

Fachhochschule Osnabrück
University of Applied Sciences

Vom Bohrstock
zum
Bildschirm

Beiträge
Diskussionsforum
Bodenwissenschaften

Osnabrück
25. Oktober 2001

Fachbereich

Agrarwissenschaften

Vom Bohrstock zum Bildschirm

Der Einsatz von digitalen Bodeninformationen

Beiträge zum Diskussionsforum Bodenwissenschaften
in der Fachhochschule Osnabrück
Fachbereich Agrarwissenschaften
Studiengang Bodenwissenschaften
am 25. Oktober 2001

Impressum

Diskussionsforum Bodenwissenschaften 2: Vom Bohrstock zum Bildschirm

Herausgeber:

Studiengang Bodenwissenschaften
im Fachbereich Agrarwissenschaften der Fachhochschule Osnabrück
Oldenburger Landstr. 24
49090 Osnabrück
Telefon: 0541-969-5110
Telefax: 0541-969-5170
e-mail: fb-aw@fh-osnabrueck.de
Internet: <http://www.aw.fh-osnabrueck.de>

Redaktion und Layout:

Prof. Dr. Rüdiger Anlauf (r.anlauf@fh-osnabrueck.de)

Für den Inhalt der Einzelbeiträge zeichnen die Autoren verantwortlich

Vorwort

Seit 1996 werden an der Fachhochschule Osnabrück im Rahmen eines grundständigen Studiengangs Bodenwissenschaftler ausgebildet. Die ersten beiden Jahrgänge Absolventinnen und Absolventen haben das Studium bereits beendet und zum überwiegenden Teil adäquate Arbeitsstellen gefunden.

Mit dem Diskussionsforum Bodenwissenschaften, das jährlich am letzten Donnerstag im Oktober an der Fachhochschule Osnabrück durchgeführt wird, soll der Kontakt zwischen den derzeit Studierenden, den Absolventinnen und Absolventen, den Dozenten des Studiengangs und Fachleuten aus der Praxis intensiviert werden.

Die Diskussionsforen in den Jahren 1999 und 2000 befassten sich mit dem „Bundesbodenschutzgesetz“ und mit „Pflanzen für den Bodenschutz“. Beim dritten Diskussionsforum „Vom Bohrstock zum Bildschirm“ sollen Chancen und Probleme bei der Nutzung digitaler bodenkundlicher Daten erörtert werden.

Fast alle bodenkundlich Tätigen haben schon einmal mit mehr oder weniger großer Kraftanstrengung einen Bohrstock in den Boden geschlagen und unter Rückenschmerzen wieder herausgezogen, um grundlegende Informationen über einen Standort zu bekommen. Können wir nun endlich den Bohrstock in die Ecke verbannen und alle notwendigen Informationen vom Bildschirm abrufen? Welche bodenkundlichen Daten sind verfügbar? Wie verlässlich sind die bunten Karten, die heute mit relativ geringem Aufwand auf den PC-Bildschirm gebracht werden können? Können Informationen für kleinräumige Fragestellungen über schutzwürdige Böden, z.B. für Fragen der Gemeindeentwicklung, überhaupt von digitalen Karten, die zwar am Rechner beliebig vergrößert werden können, im Original aber im Maßstab 1:50.000 erstellt wurden, abgeleitet werden? Wie hat die Entwicklung digitaler Bodenkarten die Tätigkeitsbereiche in bodenkundlich tätigen Ingenieurbüros und Kommunalverwaltungen verändert?

Auf zumindest einige dieser Fragen sollten die Vorträge, die PC-Präsentationen und die Diskussionsbeiträge Antworten geben. Neben Fachleuten von Bundes- und Landesbehörden, Ingenieurbüros und Hochschule/Kommunalverwaltung, die sich als Referenten zur Verfügung gestellt haben, sind wir besonders froh darüber, dass auch zwei Vorträge von ehemaligen Studierenden des Studiengangs Bodenwissenschaften gehalten wurden, die Ergebnisse ihrer Diplomarbeiten bzw. anschließender beruflicher Tätigkeiten vorstellten.

Ein ganz großer Dank gebührt der Referentin und den Referenten für die Vorträge und Ausarbeitung der Manuskripte sowie allen Teilnehmenden für die Diskussionsbeiträge. Der Fachbereich Agrarwissenschaften unterstützte die Tagung und die Herausgabe dieses Tagungsheftes. Auch hierfür sei ganz herzlich gedankt

Osnabrück, im Juli 2002

Rüdiger Anlauf

Anschriften der Autoren

Dr. Gert Adler	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Wilhelmstraße 25-30 13593 Berlin email: gert.adler@bgr.de
Dr. Ernst Gehrt	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Stilleweg 2 30655 Hannover email: e.gehrt@nlfb.de
Dr. Jürgen Böhner	Universität Göttingen Geographisches Institut Goldschmidtstraße 5 D-37077 Göttingen email: jboehnel@gwdg.de
Michael Albrecht	IFB-Hannover Stiftstr. 12 30159 Hannover email: albrecht@ifb-hannover.de
Prof. Dr. Norbert de Lange	Universität Osnabrück FB Kultur- und Geowissenschaften Schloßstraße 8, 49069 Osnabrück email: ndelange@uni-osnabrueck.de
Kirsten Rehbein	IFUA-Projekt-GmbH Milser Str. 37 33729 Bielefeld email: kirsten.rehbein@ifua.de
Gregor v. Held	FH Osnabrück FB Agrarwissenschaften Postfach 1940 49009 Osnabrück email: g.von-held@fh-osnabrueck.de
Veit Mueller	Bergmannstr. 5 49134 Wallenhorst email: mveit@web.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Anschriften der Autoren	4
Inhaltsverzeichnis	5
Stand der Verfügbarkeit bodenkundlicher Basisinformationen in den Bundesländern (G. Adler)	7
Vom Punkt zur Fläche: Probleme des "upscaling" in der Bodenkartierung (E. Gehrt & J. Böhner)	17
Strukturwandel in einem Ingenieurbüro (M. Albrecht)	35
Fallbeispiele aus dem Raum Osnabrück (N. de Lange)	41
Einsatz digitaler Bodenkarten in einer Kommune: Die Bodenbelastungskarte Hagen/Ruhr (K. Rehbein)	49
Identifikation schutzwürdiger Böden: Vergleich von Detailkartierung und digitaler Bodenkarte (G. v. Held & v. Mueller)	61

Stand der Verfügbarkeit bodenkundlicher Basisinformationen in den Bundesländern

Gert H. Adler

1. Grundsätze der fachlichen Bewertung des Schutzgutes Boden

Im Vollzug des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) und der darauf aufbauenden Landesgesetze liegen derzeit unzureichende Informationen über Defizite, aber auch über bereits existierende Bodendaten sowie Auswertungsmethoden vor. Der fachbezogene Austausch bodenschutzrelevanter Ergebnisse setzt die Anwendung einheitlicher, zumindest auf der Metaebene definierter Datenbasen und vergleichbarer Auswertungsmethoden voraus.

Das Ziel muss in der praktischen Umsetzung der Prinzipien des Bodenschutzes vor Ort und auf einheitlicher Grundlage bestehen und soll im täglichen Handeln der Bodenschutzbeauftragten erreicht werden. Hier fehlen Orientierungshilfen, auf deren Grundlage „Nichtbodenkundler“ aus Ingenieurbüros, Verbänden, staatlichen Institutionen, aus der Industrie, der Versicherungswirtschaft, der Banken, der Abfallwirtschaft und nicht zuletzt der Landwirtschaft den Zustand der Böden erkennen und die Nutzung der Böden unter Berücksichtigung der Aspekte des Bodenschutzes selbst gestalten können. Diese Kommunikation verschiedener Fachleute macht ein Netzwerk Bodenschutz erforderlich, um Erfahrungen bei der Realisierung des Bodenschutzrechtes kurzfristig austauschen und weiterführende Anforderungen an die Rechtsetzung entwickeln zu können.

Nachfolgend werden die Informationsgrundlagen zu dieser Thematik aus bundesweiter Sicht dargestellt, die derzeit

- vorrangig zur Durchsetzung von Bodenqualitätszielen entsprechend BBodSchG und
- als Eingangsgrößen für bodenbezogene Bewertungsmethoden (Bewertungsaspekte der Bodenfunktionen) entspr. §2 des BBodSchG

benötigt werden.

Bei der Durchsetzung der im BBodSchG geforderten Bodenqualitätsziele sind für folgende Arbeitsschritte Informationen über den Boden vorzuhalten (ADLER et al. 2001):

- *Ermittlungsphase* (Bestimmung der natürlichen Bodenfunktionen, der Archivfunktion und der Naturnähe);
- *Bewertungsphase* (Bestimmung der Schutzwürdigkeit und der Schutzbedürftigkeit der Böden);
- *Entwicklungs-/Ausgleichsphase* (Begründung der Standortwahl, Flächennutzung, Vorsorge- und Minderungsmaßnahmen Bodenschutz).

Bei der Festlegung bodenbezogener Eingangsgrößen für bodenschutzrelevante Auswertemethoden haben sich die Staatlichen Geologischen Dienste bzw. die Umweltbereiche der Länder und des Bundes im Vollzug des BBodSchG abgestimmt und Festlegungen getroffen.

2. Datennutzung und Datenerhebung

Die flächendeckende Durchsetzung des vorsorgenden Bodenschutzes verlangt zunächst geeignete bodenkundliche Grundlageninformationen. Unabhängig von der späteren Fragestellung ihrer Nutzung ist ein Mindestumfang an Daten zu erheben oder abzuleiten. Um bodenschutzrelevante Fragestellungen beantworten zu können, muss der Minimaldatenbestand bodenkundlicher Grundlageninformationen für die jeweilige Nutzerebene (lokale-, regionale-, kreisliche-, landes- und bundesweite Ebene) ermittelt und verfügbar gemacht werden. Die Genauigkeit der Erfassung bodenkundlicher Grundlageninformationen wird entsprechend Tabelle 1 durch den Maßstabsbereich der Aufgabe bestimmt. Nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung 4. Auflage (KA4, AG BODEN 1999) werden die Aggregierungsstufen des Datenbereiches den Maßstabsbereichen der Kartierung, den Planungsbereichen der Nutzung und damit den Aufgaben zugewiesen.

Tabelle 1: *Datennutzung und Datenerhebung; Bodendaten der Maßstabsbereiche (MB) und Planungsbereiche (PB)*

	Übersichtskarten	Mittelmaßstäbige Karten	Großmaßstäbige Karten	
MB	1:1.000.000 bis 1:500.000	1:50.000 bis 1:25.000	1:10.000 bis 1:5.000	1:2.500 bis 1:1.000
PB	Obere Planungsebene	mittlere Planungsebene	untere Planungsebene	unterste Planungsebene
	<u>Landesebene</u>	<u>Regionalebene</u>	<u>Kreis- und Gemeindeebene</u>	<u>Parzellenschärfe</u>
Aufgabe	Landschaftsprogramm	Landschaftsrahmenplan, Regionalplan	Landschaftsplan, Flächennutzungsplan	Bebauungsplan, Grünordnungsplan
Aggregierungsstufen KA4	AGG 3/4 Leitbodengesellschaft, Leitbodenassoziation	AGG 2/3 Bodenformen-/Leitbodengesellschaften	AGG 1/2 Bodenformen und Bodenformengesellschaften	AGG 1 Bodenform

Bodenkundliche Grundlageninformationen zur Entstehung, zu den Eigenschaften und zur Verbreitung der Böden stellen die Staatlichen Geologischen Dienste der Bundesländer (vgl. Tabelle 2) über die bodenkundliche Landesaufnahme in Form von Bodenkarten und ausgewählten Musterprofilen analog und/oder digital bereit.

Tabelle 2: Datennutzung und Datenerhebung; Staatliche Geologische Dienste der Bundesländer

Baden- Württemberg	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg
Bayern	Bayerisches Geologisches Landesamt
Berlin	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie Berlin
Brandenburg	Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg
Bremen	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (zugleich zuständig für das Land Bremen)
Hamburg	Umweltbehörde, Geologisches Landesamt Hamburg
Hessen	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Mecklenburg-Vorpommern	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
Niedersachsen	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (zugleich zuständig für das Land Bremen)
Nordrhein- Westfalen	Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (Landesbetrieb)
Rheinland-Pfalz	Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz
Saarland	Landesamt für Umweltschutz des Saarlandes, Abteilung Geologie, Boden, Grundwasser
Sachsen	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie
Sachsen-Anhalt	Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Schleswig-Holstein	Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Abteilung Geologie und Boden
Thüringen	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie

In Ergänzung zu den amtlichen Bodenkarten der Staatlichen Geologischen Dienste der Länder liegen auf unterschiedlichen Planungsebenen Grundlageninformationen aus Gutachten und Planungsverfahren vor, die auch den Bereich Boden behandeln. Ob diese Materialien den Ansprüchen an Flächendeckung, Genauigkeit und fachliche Relevanz genügen, ist im Einzelfall zu prüfen.

Zunehmend werden alle für den Boden relevanten Informationsgrundlagen in Bodeninformationssystemen zusammengeführt. Die Umweltministerkonferenz hat Vorgaben zum Aufbau des Fachinformationssystems Boden unter dem Dach des länderübergreifenden Bodeninformationssystems beschlossen. Die Bodenkarten in den Ländern werden zunehmend digital erstellt und im Fachinformationssystem Boden abgelegt. Bezogen auf die räumliche Strukturierung und Charakterisierung der Pedosphäre und in Abhängigkeit vom Kartiermaßstab werden die flächenbezogenen Bodendaten als Grafikdaten in einer GIS-Komponente und die Sachdaten in einer relationalen Datenbank abgelegt.

Zu den Sachdatenbeständen wurden Festlegungen in den Gremien der Staatlichen Geologischen Dienste getroffen, die zu den in Tabelle 3 aufgelisteten bodenkundlichen Basisinformationen führen.

Tabelle 3: Datennutzung und Datenerhebung
Bodenkundliche Basisinformationen (KA4): Beschreibung von Flächendaten

Datenfeld-Nr.	Symbol	Datenfeldbeschreibung	
1. Titeldaten			
1	NRKART	lfd. Nr. der Legendeneinheit	
2	TK	Kartenblatt-Nr.	
3	AUTOR	Bearbeiter/-in	
2. allgemeine Flächendaten			
4	BR	Bodenregion	bodenlandschaftliche/ bodengesellschaftliche Zuordnung
5	BGL	Bodengroßlandschaft	
6	BL	Bodenlandschaft	
7	LBA	Leitbodenassoziation	
8	LBG	Leitbodengesellschaft	
9	BFG	Bodenformengesellschaft	
10	BF	Bodenform(en)	
11	RLFORM	Reliefformtyp(en)	flächenbezogene Anga- ben zum Relief
12	NEIG	Neigung	
13	EXPOS	Exposition	
14	NN	Höhe über Normalnull	
15	KULTUR	Nutzung	Flächennutzung
3. flächenbezogene Profildaten			
16	FLANT	Flächenanteil der Böden	Flächeninhaltsstruktur
17	VERMU	Verteilungsmuster	
18	BOTYP	bodensystematische Einheit	
19	BOSCH	typische Bodenartenschichtung	Kennzeichnung der Bo- denformen
20	GEOTYP	typische Geogenese	
21	HERTYP	typische Gesteinsabfolge	
22	SUBSCH	Substrattyp	
23	HUFORM	Humusform	
24	MHWG	gemittelter Grundwasserhochstand	Wasserverhältnisse
25	MNGW	gemittelter Grundwassertiefstand	
26	SPEZGW	spezielle Angaben zum Grundwasser	
27	NASS	Vernässungsgrad	
28	OEKFEU	ökologischer Feuchtegrad	
29	EROSG	Erosionsgrad	Erosion
30	EROSF	vorherrschende Erosionsform	
4. flächenbezogene Horizontdaten			
31	HORIZ	Horizontsymbol	Horizont
32	OTIEF	Horizont-Obergrenze	
33	UTIEF	Horizont-Untergrenze	
34	BOART	Bodenart / Torfart / Festgestein	
35	STRAT	Stratigraphie	Geologie
36	GEOGEN	Geogenese	
37	HERK	Zusammensetzung und Herkunft	
38	SUBSTR	Substratsymbol	
39	HUMUS	Humusgehalt	
40	KALK	Carbonatgehalt	
41	PH	pH-Wert	
42	LD/SV	effektive Lagerungsdichte/Substanz- volumen	

3. Stand der Verfügbarkeit bodenkundlicher Basisinformationen

Eine Übersicht der bodenkundlichen Kartenwerke der Bundesländer ist in Tabelle 4 dargestellt. Entsprechend der konkreten Fragestellung muss der Anwender erkennen, welche Maßstabsebene zur Bereitstellung der Bodendaten anzusprechen ist, damit die Präzision der bodenkundlichen Eingangsdaten mit der gewünschten Aussageschärfe der Ergebnisdaten übereinstimmt.

Zum Beispiel sollte für Fragen der Bauleitplanung die Maßstabsebene 1:10.000 angestrebt werden. In diesem wichtigen Maßstabsbereich stehen flächendeckende Neuerhebungen von bodenkundlichen Grundlagendaten entsprechend der verbindlichen Kartieranleitung der Staatlichen Geologischen Dienste (KA4) kaum zur Verfügung.

Deshalb wird häufig auf die Daten der Bodenschätzung zurückgegriffen. Die Bodenschätzungsdaten werden für landwirtschaftlich genutzte Flächen von den Finanzämtern erhoben und verwaltet. Seit Beginn der Bodenschätzung in den dreißiger Jahren wurde das Bodenschätzungsverfahren nicht verändert und liefert Bodendaten, die in der Regel erst nach einer Übersetzung in die gültigen Nomenklaturen der KA4 für Bodenschutzfragen herangezogen werden können. Zum Teil werden in den Ländern jedoch auch Auswerteverfahren genutzt, die sich direkt auf die Primärdaten der Bodenschätzung, z.B. das Klassenzeichen (UMWELTMINISTERIUM, 1995), stützen. Unter diesen Bedingungen kann die Übersetzung zwar entfallen, die Auswerteergebnisse bedürfen, je nach Auswertethema, einer zusätzlichen Plausibilitätsprüfung.

Für den Maßstabsbereich 1:25.000 liegen ebenfalls nur für die landwirtschaftlich genutzten Flächen der neuen Bundesländer bodenkundliche Rohdaten aus der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standorterkundung (MMK) vor. Abweichend von den landwirtschaftlichen sind die forstwirtschaftlichen Nutzflächen nach der Anleitung der Forstlichen Standorterkundung (FSK) kartiert und damit nicht kompatibel. Die Nutzung dieser Unterlagen setzt ebenfalls bodenkundlichen Sachverstand voraus. Zum Stand der Haltung digitaler Bodendaten in den Ländern erscheint die Spalte „FIS“ in Tabelle 4. Neben den länderspezifischen Fachinformationensystemen (FIS) bzw. den Umweltinformationssystemen (UIS), die nicht immer den empfohlenen Standards der Direktorenkonferenz der SGD bzw. der Umweltämter entsprechen, wird die Anwendung der länderübergreifenden Datenbank zur Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:200.000 (BÜK 200) aufgezeigt.

Tabelle 4: Bodenkundliche Kartenwerke im großen und mittleren Maßstabsbereich in den Bundesländern

Bundesland	1:5.000 & größer	1:10.000 bis 1:20.000	1:25.000	1:50.000	1:100.000 bis 1:200.000	FIS
Baden-Württemberg	-	83 Bodenschätzungs-karten (1:10.000)	52 Bodenkarten	18 Bodenkarten	flächendeckend BÜK 200 (1:200.000)	FIS Boden
			54 Kennwertskarten		Blatt BÜK 200 SGD (1:200.000)	FlächenDB BÜK 200
Bayern	182 Karten der Wein-baugebiete	x	23 Bodenkarten	4 Standort-Bodenkarten	11 Bodenschätzungs-Übersichtskarten (1:100.000)	FlächenDB BÜK 200
			8 Standort-Bodenkarten		4 Blätter BÜK 200 SGD (1:200.000)	
			30 Bauschät-zungskarten			
Berlin	-	flächendeckend Karten der forstli-chen Standort-erkundung	Arbeitskarten der landwirtschaftl. Standorterkundung	1 Karte der Boden-gesellschaften	landwirtschaftliche Stand-ortkarten (1:100.000)	Digitaler Umweltat-las Teil Bodengesell-schaften
Brandenburg	-	flächendeckend forstliche Standort-karten	flächend. Arbeits-karten der landw. Standorterkundung (1:25.000)	2 Bodenkarten	flächend. landwirtschaftl. Standortkarten (1:100.000)	FlächenDB BÜK 200
			2 Bodengeologische Karten		2 Bodengeol. Karten (1:100.000)	
			64 Bodenschät-zungskarten		1 Blatt BÜK 200 SGD (1:200.000)	
Bremen	wird vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung mit bearbeitet					
Hamburg	wird vom Landesamt für Natur- und Umwelt Schleswig-Holstein, Abt.Geologie und Boden, mit bearbeitet					
Hessen	16 Weinbau-Standortkarten (1:5.000)	-	33 Karten BK25	> 35 BK50	1 Blatt BÜK 200 SGD (1:200.000)	FlächenDB BK25/50 FlächenDB BÜK200
Mecklenburg-Vorpommern	-	11 Bodenkartenkar-ten von Kreisgeb. (1:10.000)	flächendeckend Arbeitskarten der landwirtschaftl. Standorterkundung	-	landwirtschaftliche Stand-ortkarten (1:100.000)	FlächenDB BÜK 200
		flächend. forstl. Standortkarten (1:10.000)			1 Blatt BÜK 200 SGD (1:200.000)	

Bundesland	1:5.000 & größer	1:10.000 bis 1:20.000	1:25.000	1:50.000	1:100.000 bis 1:200.000	FIS
Niedersachsen	50 % der Landesfläche BK5 Bodenkarte (1:5.000)	x	49 Karten BK25	flächendeckend BÜK 50	flächendeckend BÜK 200 Niedersachsen	NIBIS
			30 % der Landes- fläche forstl. Stand- ortkarten		4 Blätter BÜK 200 SGD (1:200.000)	FIS Bodenkunde
						FlächenDB BÜK 200
Nordrhein- Westfalen	Karten der forstl., landwirtschaftl. Stan- dorterkundung	x	18 BK25	BK50 flächende- ckend	Bodenkarten (1:100.000)	Informationssystem BK50
	90 % der Landesfläche Bodenkarten der Bo- denschätzung				1 Blatt BÜK 200 SGD (1:200.000)	FlächenDB BÜK 200
Rheinland- Pfalz	-	-	8 BK25	-	1 Bodenkarte BK100	
					1 Blatt BÜK 200 SGD (1:200.000)	FlächenDB BÜK 200
Saarland	-	-	flächendeckende Bodenkarte	-	-	Saar BIS FIS Bo- denkunde
Sachsen	-	Kippsubstratkarte für Braunkohlen- Bergbaugebiete (1:10.000)	flächendeckend, Arbeitskarten der land- & forstl. Standorterkundung	3 BK50	1 Bodenkarte (1:100.000)	FlächenDB BÜK 200
					landwirtschaftl. Standortkar- ten (1:100.000)	
					2 Blatt BÜK 200 SGD (1:200.000)	
Sachsen- Anhalt	-	7 Bodenkarten von Kreisgebieten (1:10.000)	2 Bodenkarten	5 BK50	Bodenkarten (1:100.000)	SABO_F (Flä- chenDB)
		forstliche Standort- karten (1:10.000)	flächendeckend Arbeitskarten der landwirtschaftlichen & forstl. Standor- terkundung		flächendeckend landwirt- schaftl. Standortkarten (1:100.000)	SABO_B (Boden- formenDB)
						SABO_P (ProfilDB)
					2 Blätter BÜK 200 SGD (1:200.000)	FlächenDB BÜK 200)

Bundesland	1:5.000 & größer	1:10.000 bis 1:20.000	1:25.000	1:50.000	1:100.000 bis 1:200.000	FIS
Schleswig-Holstein	33 Bodenkarten (Einzelkarten)	Sonderkarten Stadt Kiel & Umgebung (1:20.000)	63 Bodenkarten	1 (Insel Fehmarn)	1 Eiderniederung (1:100.000)	FlächenDB BÜK 200
	4 Bodenkarten (Gemeindekarten)	Sonderkarten Forstamt Segeberg (1:25.000)			5 Blätter BÜK 200 SGD (1:200.000)	
	23 Bodenkarten Siedlungsverbände 1:5.000	48 Bodenkarten (1:10.000)				
Thüringen	-	forstliche Standortkarten (1:10.000)	flächendeckend Digitale Konzeptkarten	2 BK50	3 Bodengeol. Übersichtskarten (1:100.000)	
			flächendeckend, Arbeitskarten der land- & forstwirtschaftl. Standorterkundung		flächendeckend landwirtschaftl. Standortkarten (1:100.000)	
			flächendeckend Bodengeolog. Karte		1 Blatt BÜK 200 SGD (1:200.000)	FlächenDB BÜK 200
			2 Bodenkarten			

Erläuterungen:

- = keine Angaben

x = Karten vorhanden, Anzahl aber nicht bekannt.

4. Ausblick

Die Datenquellen bodenkundlicher Basisinformationen in den Ländern lassen sich durch folgende Maßnahmen weiterentwickeln:

Nutzung vorhandener Altdatenbestände:

Da die Kosten einer flächendeckenden Neuerhebung von Bodendaten, bezogen auf eine vergleichbare Maßstabsebene in der Regel immer wesentlich höher liegen, als die der Nutzung vorhandener Daten, auch wenn ihre Umsetzung/Interpretation bodenkundlichen Sachverstand voraussetzt, kommt dieser Variante die größte Bedeutung zu. Zur Sicherung qualitätsgeprüfter Daten müssen die Methoden der Vereinheitlichung bodenkundlicher Altdatenbestände mit höchster Priorität bearbeitet werden. Dies betrifft gleichermaßen die Rohdaten (Fachgutachten, Bodenschätzung, ...), die Basisdaten (Flächen-, Profildaten im Gelände nach KA4 erhoben) und die abgeleiteten Daten (komplexe Bodeneigenschaften, Bewertungsergebnisse, ...).

Für folgende Teilaufgaben der Vereinheitlichung von Bodendaten sind möglichst bundesweit vergleichbare Standards vorzugeben:

- Überarbeitung vorliegender Übersetzungsroutinen im Zuge der Verabschiedung der neuen bodenkundlichen Kartieranleitung 5. Auflage (KA5)
 - ☐ Weiterentwicklung des BGR-Übersetzungsschlüssels KA3 – KA4 – FAO/WRB in Richtung KA5
- Vereinheitlichung der Datenstrukturen bei den bodenkundlichen Sachdaten (RDBMS) und Grafikdaten (Raster-/Vektordaten)

Neuerhebung von Bodendaten:

Im Zuge der Neuerhebung von Bodendaten in den Ländern müssen die in Tabelle 4 begonnenen Bodenkartenwerke auf konventioneller Basis fertiggestellt werden. Zunehmende Bedeutung erlangen jedoch erforderliche Ansätze der Bereitstellung bodenkundlicher Basisinformationen über Boden- und Prozessbereichskarten. Die Objektivität und Nachvollziehbarkeit der Parameter zur flächenhaften Verbreitung von Bodeneigenschaften wird, z.B. durch die Anwendung objektiver Regionalisierungsverfahren, deutlich erhöht.

Die Verarbeitung qualitätsgeprüfter und lagetreuer Bodenprofildaten, Prozessparameter zum Abfluss, Abtrag und zur Akkumulation sowie der Ausgangssubstrate der Bodenbildung über multivariate statistische Verfahren liefert reale Abbilder der räumlichen Diversivität metrischer Bodenmerkmale. Aus regionalisierten Bodenkarten werden Bodeneigenschaften, z.B. zur organischen Substanz des Oberbodens, der Textur, Lagerungsdichte u.a., gewonnen.

Prozessbereichskarten gliedern sich in folgende Bereiche:

- geomorphologische Prozessbereiche
 - ☐ z.B. Bereitstellung von lagegerechten Informationen zu Denudationsbereichen, Hang- und Senkbereichen zur Ausweisung der Grenzen von Bodenlandschaften, elementaren Prozessen in der Landschaft;

- pedogene Prozessbereiche
 - z.B. Bereitstellung von Deckschichtsequenzen zur Regionalisierung von Deckschichtmächtigkeiten;
- flächenhafte Prozesse
 - z.B. Abtrag, Transport, Umlagerung von Feststoffen durch Wind oder Wasser zur Bestimmung der Erosionsgefährdung.

Literatur

- ADLER, G.H., AKKERMANN, M., ALBRECHT, M., BERGER, C., BUSCH, J., DAHLMANN, I., DARBINJAN, F., HENKE, A., JESSEN-HESSE, V., JÜRGING, C., KNEIB, W., PENNDORF, O., SCHÜRER, O. & VOIGT, M. (2001): Bodenschutz in der Bauleitplanung – Vorsorgeorientierte Bewertung. – In: Bundesverband Boden e.V., FA 3.1 „Bewertung von Böden in der Bauleitplanung“ (Hrsg.): BVB-Materialien, 6; Berlin, Bielefeld, München (Erich Schmidt).
- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Aufl., berichtigter Nachdruck 1996.
- UMWELTMINISTERIUM (1995): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit. - Leitfaden für Planungen und Gestaltungsverfahren. Umweltministerium Baden-Württemberg, Reihe Luft, Boden, Abfall; Heft 31.

Vom Punkt zur Fläche

- Probleme des "upscaling" in der Bodenkartierung -

Ernst Gehrt & Jürgen Böhner

1. Einleitung

Bodenkarten haben im Rahmen von Planungsprozessen eine zentrale Bedeutung. Liegen keine Bodenkarten vor, ist auch die angemessene Umsetzung der Ziele des Bodenschutzes nur bedingt zu realisieren. Die Umsetzung des Bodenschutzes ist somit maßgeblich an Bodenkarten gebunden (KRUSE & GÜNEWIG 2001). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Bodenkarten im planungsrelevanten Maßstab verfügbar sein sollten. In der nachfolgenden Tabelle werden die Maßstabsebenen der Bodenkarten mit der maximal möglichen räumlichen Auflösung den Planungsebenen und Anwendungsbereichen gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass auf allen Maßstabsebenen ein Bedarf für Bodenkarten besteht (vgl. MÜLLER et al. 2000).

Tabelle 1: *Maßstabsebenen von Bodenkarten mit Angaben zur Planungsebene und der Genauigkeit der räumlichen Auflösung (in Anlehnung an Müller et al. 2000 ergänzt)*

Maßstab	min. Arealgröße	min. Kantenlänge	Rasterweite	Planungsraum	Planungsinstrument
1 : 1.000	25 m ²	5 m	1 m	Teilflächen der Landwirtschaft Teile von Gemeinden	Bebauungsplan Landnutzungssteuerung
1 : 5.000	625 m ²	25 m	5 m	Gemeinden	Flächennutzungsplan Landschaftsplan
1 : 50.000	6 ha	250 m	50 m	Landkreise, Kreisfreie Städte	Regionales Raumordnungsprogramm Landschaftsrahmenplan
1 : 200.000	100 ha	1000 m	200 m	Länder	Landesraumordnungsprogramm Landschaftsprogramm
1 : 500.000	625 ha	2500 m			
1 : 1.000.000	2500 ha	5000 m		Bund	Bundesplanungen

Vor diesem Hintergrund sollen hier Inhalte, Aufgaben, Möglichkeiten und Grenzen von Bodenkarten sowie zukünftige Entwicklungen beschrieben werden. Es wird dabei einerseits versucht, den Sachverhalt möglichst allgemeingültig zu formulieren, andererseits wird aber an den Beispielen und den betrachteten Maßstäben deutlich, dass die Ausführungen auf dem Erfahrungshintergrund der bodenkundlichen Landesaufnahme in Niedersachsen beruhen.

2. Vom Punkt zur Fläche, oder: Wie werden Bodenkarten abgeleitet?

Konventionelle Bodenkarten beschreiben die Verteilung von Böden als diskrete Areale mit typisierten und klassifizierten Inhalten. Die Areale werden durch Linien (Polygone) begrenzt. Die Inhalte werden durch Bodenprofile beschrieben. Der Weg von der punktuellen Profilbeschreibung über groß- bis mittelmaßstäbige zu Karten in Übersichtsmaßstäben wird als *upscaling* oder *Generalisierung* bezeichnet. Mit zunehmender Verkleinerung wird immer mehr von der Realität abstrahiert. Aus Sicht der Kartographie werden darunter folgende Teilaspekte verstanden (HAKE 1982): Vereinfachen und Glätten, Vergrößern oder Überhöhen, Verdrängen, Zusammenfassen, Auswählen, Klassifizieren, Bewerten.

Es wird zwischen der Objektgeneralisierung und der kartographischen Generalisierung unterschieden. Die Generalisierung betrifft die Geometrien, die Begriffe (qualitativ und quantitativ) und ggf. die zeitliche Dimension. In der Bodenkunde scheint sich zur Zeit der Begriff Generalisierung für die geometrische Anpassung und der Begriff Aggregation für die begriffliche Generalisierung einzubürgern.

Unter Objektgeneralisierung wird die Generalisierung bei der Aufnahme von Objekten verstanden. Übertragen auf die Bodenaufnahme bezeichnet Objektgeneralisierung die Beschreibung des Bodens bei der Geländeaufnahme, die Anfertigung der Feldkarte oder auch die Überführung der Information von z. B. Luftbildern in Bodengrenzen. Bei der Übernahme der Grenzen wird geometrisch generalisiert. Bei der Profilaufnahme werden Klassen gebildet (z. B. Bodenarten) oder die Ausdehnung von z. B. Bodenhorizonten wird gerundet angegeben. Bei der kartographischen Generalisierung werden die Grenzen höher auflösender Karten weiter vereinfacht oder Bodenareale geometrisch zusammengefasst. Bodenkarten stellen also immer das Ergebnis unterschiedlicher, stark maßstabsabhängiger Generalisierungsformen dar, wobei allerdings eine verbindliche maßstabsspezifische Richtlinie für den Generalisierungsschritt fehlt.

Im Folgenden soll daher der Prozess der Bodenkartierung mit Blick auf die Änderungen von Bodeninformationen in Abhängigkeit von Maßstab und Generalisierung skizziert werden.

Die Bodenkartierung erfolgt durch Bohrungen bzw. Schürfe im Gelände. Dabei werden die punktuellen Erhebungen in Protokollen standardisiert abgelegt (Objektgeneralisierung). Aus den Ergebnissen wird unter Berücksichtigung räumlicher Informationen die Verbreitung der Böden abgeleitet. Da Verfahren und Rahmenbedingungen der Kartierung im Detail nur bedingt nachvollziehbar sind, soll am Beispiel der Schweckhäuser Wiesen, einem Gebiet von etwa 350 x 350 m östlich des Göttinger Waldes, das im 50 m-Raster erkundet wurde (Abb. 1, links), das Prozedere erläutert werden. Das Testgebiet liegt in einer Subrosionssenke, in der im Einfluss hoher Grundwasserstände ein Niedermoor ausgebildet ist. Randlich wird das Niedermoor durch Lössablagerungen begrenzt. Durch die holozäne Bodenerosion wurden die Lössen und randlich auch die Niedermoortorfe durch Schwemmlöss (Kolluvien) überdeckt (GEHRT & BOESS 1996).

Die Bodenbildung wird maßgeblich durch die Substrate und die Grundwasserstände geprägt. Im Einzelnen sind durch folgende, kartiertechnisch erfassbare Faktoren die Böden hinreichend zu charakterisieren:

- Mächtigkeit der Torfe
- Mächtigkeit der Schwemmlösse
- Mittlerer Grundwasserniedrigstand
- Mittlerer Grundwasserhochstand

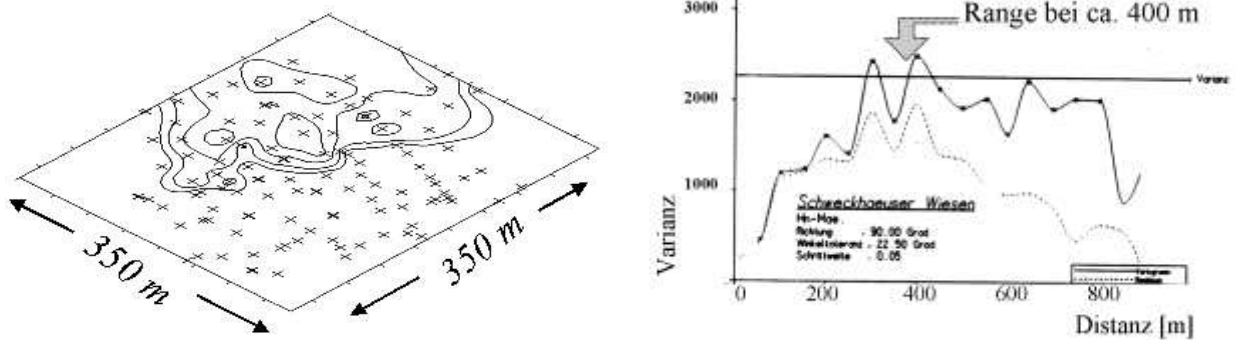


Abbildung 1: Böden der Schreckhäuser Wiesen:

links: Bohrpunktkarte; **rechts:** Semivariogramm der Niedermoormächtigkeit

Diese Faktoren lassen sich jeweils als numerischer Parameter im Bohrraster beschreiben (Abb.1, links). Sollen nun aufgrund der Bohrinformation die räumlichen Verteilungen der Merkmale abgeleitet werden, ist eine distanzabhängige Nachbarschaftsbeziehung bzw. räumliche Autokorrelation die Voraussetzung für eine kontinuierliche Darstellung. Die Geostatistik bietet mit Semivariogrammen das Werkzeug, um dies abzusichern. Dabei wird vereinfacht die Differenz des betrachteten Parameters zwischen zwei Bohrpunkten in Beziehung zur Distanz zwischen den Bohrpunkten gesetzt. Nimmt die Varianz mit zunehmender Distanz zu, so ist davon auszugehen, dass die Bohrdichte ausreichend und Interpolationen zwischen den Bohrpunkten zulässig sind. Abb. 1 (rechts) zeigt das Semivariogramm der Niedermoormächtigkeit. Man erkennt, dass die Varianz mit zunehmender Distanz im Trend steigt. Mit Erreichen von Distanzen um etwa 300 flacht die Kurve ab. Dies zeigt, dass die zu erwartende Gesamtvarianz des betrachteten Parameters in Distanzen bis 300 m erreicht wird, oder, anders ausgedrückt, bei einer weiteren Ausdehnung des Gebietes die Spanne der Merkmalsausprägung nicht weiter zunimmt. Vergleichbare Bilder zeigen auch die Variogramme für die anderen genannten Faktoren.

Damit ist die Voraussetzung für die Interpolation zwischen den Bohrpunkten gegeben, und die punktuelle Information der Bohrungen kann mittels Isolinien in Karten überführt werden. Die Darstellung mit Isolinien beinhaltet, dass ein kontinuierlich veränderter Parameter abgebildet wird. Durch die Klassenbildung z. B. der Bodenkundlichen Kartieranleitung, die festlegt, dass bei 3, 7 bzw. 12 dm Mächtigkeit von Substraten Abgrenzungen vorzunehmen sind, wird die Isolinie letztlich zur Bodenarealgrenze.

Mit dem Verschneiden der Isolinien-Ebenen bekommt man eine erste Bodenkarte (Abb. 2, rechts), die für jeden Punkt des Areals eine Aussage erlaubt. Diese Karte ist insofern schlecht handhabbar, da durch die Verschneidung ein unübersichtliches Mosaik von Kleinstflächen entsteht. Bei unabhängigen Faktoren kann dies berechtigt sein. Andererseits zeigt sich, dass z. B. die Niedermoormächtigkeit deutlich mit dem Grundwasserstand korreliert. In diesen Fällen ist eine Zusammenfassung der Ebenen sinnvoll.

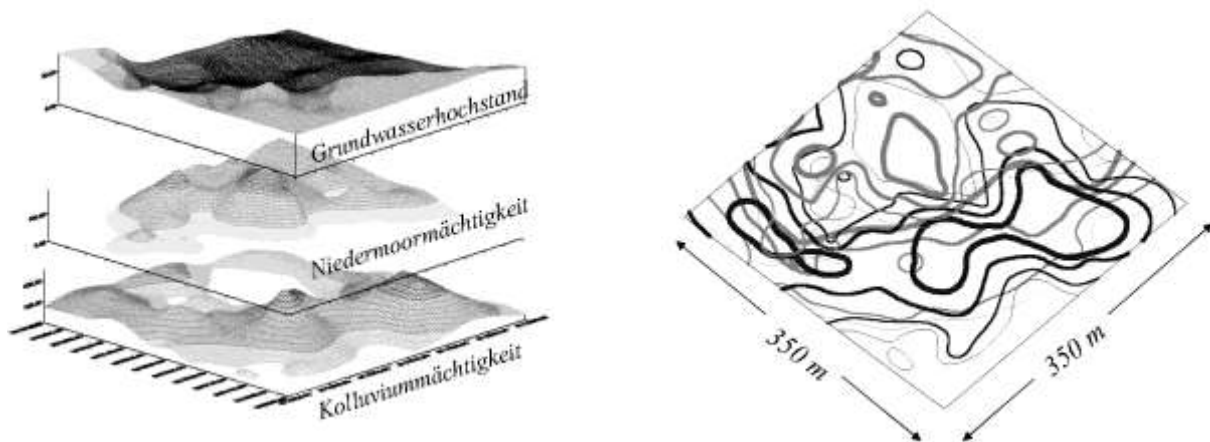


Abbildung 2: Überführung der Einzelebenen in eine Bodenkarte

links: Schichtmodell der beeinflussenden Faktoren; **rechts:** Isoliniendarstellung der Einzelfaktoren; schwarz = Kolluviummächtigkeit, graudick = Niedermoormächtigkeit, graudünn = Grundwasserstand

Auf dem Weg zur Bodenkarte wird noch ein weiterer Schritt vollzogen: Eine enge Scharung von Isolinien zeigt an, dass auf kurzen Distanzen deutliche Änderungen des betrachteten Parameters erfolgen. Diese Situation wird in der Bodenkarte durch eine diskrete Grenze abstrahiert. Schließlich werden kleinste Areale maßstabsabhängig entfernt, bis sich die Vielzahl der Grenzen, die sich aus der Verschneidung von Isolinien ergeben, auf wenige reduziert. Abb 3. zeigt eine solche abgeleitete Bodenkarte. In dem Beispiel wurde das Verfahren der Arealbildung mit einem automatischen Gruppierungsverfahren (BÖHNER et al. 2000) gelöst, bei dem nicht vorgegebene Klassengrenzen, sondern die Ähnlichkeit der Informationen an den Rasterpunkten berücksichtigt wurde. Rasterpunkte, die in eine Gruppe oder ein Cluster fallen, werden zusammengefasst und die Grenzlinie als Polygon abgelegt.

Die Inhaltsbeschreibung kann über Mittelwerte oder Streuungsmaße erfolgen. Eine Zuordnung und Beschreibung eines oder mehrerer repräsentativer Profile sind ebenfalls möglich.

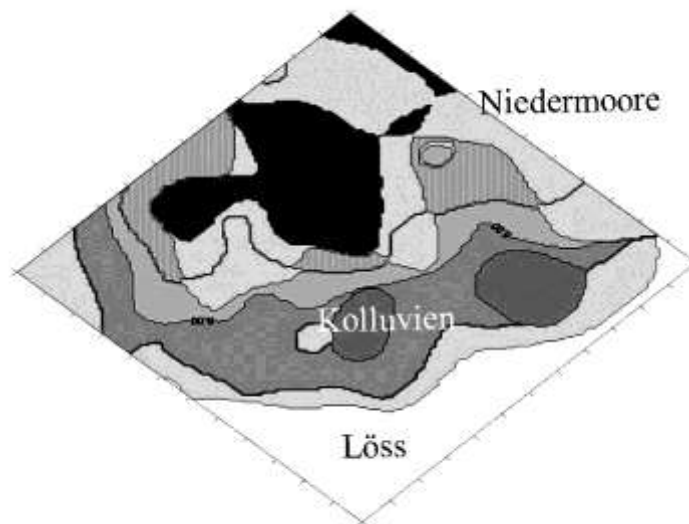


Abbildung 3: Bodenkarte der Schweckhäuser Wiesen (schematisiert).

Die Karte wurde mittels einer Clusteranalyse aus den Rasterdaten abgeleitet. Jeder Arealtyp repräsentiert ein Cluster. Zu dem Cluster können jeweils Median und Streuungsmaße oder Häufigkeitsverteilungen angegeben werden.

Die vorstehenden Ausführungen beschreiben einen nachvollziehbaren Weg vom Punkt zur Fläche, der allerdings in der Praxis kaum praktiziert werden kann, da im Regelfall nur wesentlich weniger Bohrungen gemacht werden können. In der Praxis wird folgendermaßen vorgegangen::

1. Bohrung und Beschreibung des Bodenprofils nach Bodenkundlicher Kartieranleitung. Die Bohrdichte ist in der Regel nicht ausreichend, um die Arealabgrenzung hinreichend abzusichern.
2. Regionalisierung (Abgrenzung) unter Berücksichtigung geologisch-morphologischer oder prozessualer Kenntnisse (i. d. R. auf Grundlage von Fremdinformationen wie Geologischer und Topographischer Karte, Reliefinformationen etc.).
3. Inhaltsbeschreibung durch einzelne Faktoren oder Bodenformen. Insbesondere bei mittleren und kleinen Maßstäben wird stark von der Realität abstrahiert.

Die Praxis, die Bodenareale als diskrete Areale mit typisierten und klassifizierten Inhalten darzustellen, wird der Realität nur bedingt gerecht. Das Modell der Bodenkarte bildet an den Grenzen Sprünge in der Parameterausbildung ab, die in der Natur so nicht zu finden sind. Vorgegebene Klassengrenzen können zu Abgrenzungen führen, die in der Realität nicht oder nur bedingt nachvollziehbar sind. Während dieser Effekt bei kleineren und mittleren Maßstäben aufgrund der relativ starken Abstraktion zurücktritt, scheint diese Vorgehensweise insbesondere bei großen Maßstäben und hoher Informationsdichte problematisch.

3. Variabilität von Böden

Wie schon im vorstehenden Kapitel skizziert, ist die Kartier- und Darstellbarkeit der Böden in Abhängigkeit ihrer räumlichen Variabilität zu betrachten. Dabei gilt allgemein, dass - wie bei den Bodentypen, die in der Summe von den Faktoren der Bodenbildung geprägt werden - die Variabilität der Böden von der Variabilität der Bodenbildungsfaktoren bestimmt wird (SCHROEDER & LAMP 1974).

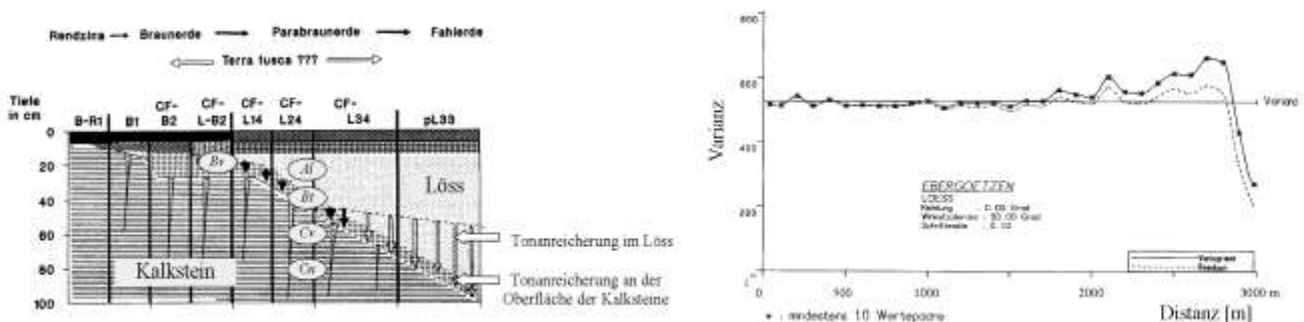


Abbildung 4: Deckschichten und Bodenentwicklung

links: Schematische Darstellung der Mächtigkeit der lössigen Deckschicht und Bodenentwicklung; **rechts:** Semivariogramm der Mächtigkeit der lössigen Deckschicht auf Grundlage von 800 Bohrungen der Standortskartierung (Bohrabstände 20-100 m)

So ist z. B. die Bodenentwicklung im Göttinger Wald maßgeblich von der Ausbildung der äolischen Deckschicht (Hauptlage i. S. v. KA4) bestimmt. Abb. 4 (links) zeigt, wie mit ansteigender Mächtigkeit der lössigen Decke die Bodentypen von Rendzinen bzw. Pararendzinen in Braunerden und Parabraunerden übergehen (GEHRT & BOESS 1996).

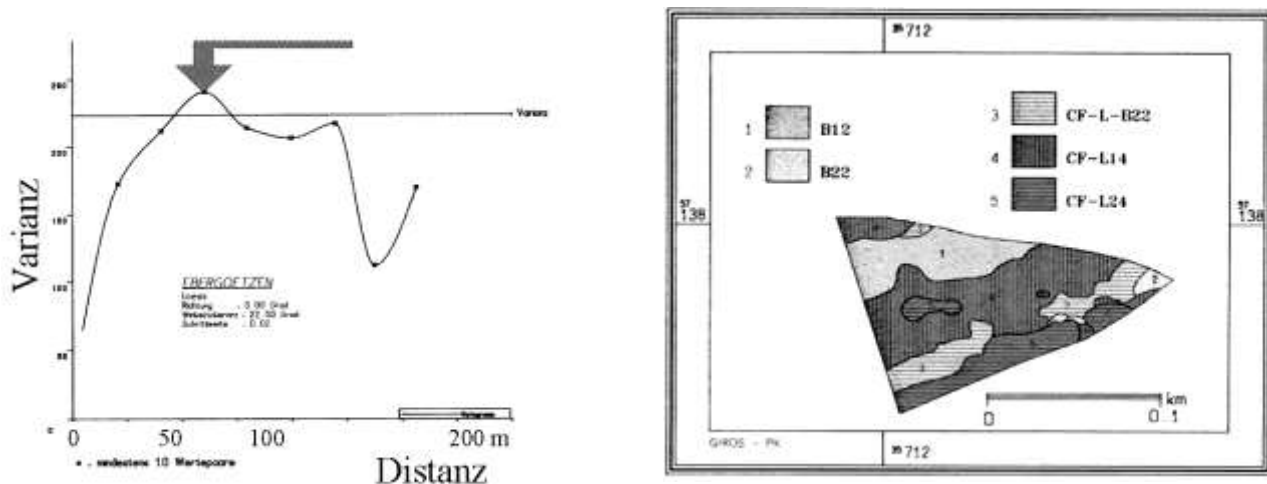


Abbildung 5: Detailkarte Göttinger Wald

links: Semivariogramm Die Gesamtvariabilität der Mächtigkeit der lösshaltigen Deckschicht wird in Distanzen unter 50 m erreicht.

rechts: Bodenkarte: Detailgebiet Flachhang auf der Hochfläche des Göttinger Waldes, erkundet mit Bohrraster von ca. 10 m. Die Grenzabstände der Detailbodenkarte liegen zwischen 10 und 100 m.

Aufgrund von etwa 800 Bohrungen der forstlichen Standortskartierung, niedergebracht in Abständen von 30 bis 80 m, wurde die Variabilität der Mächtigkeit lössiger Decken untersucht. Das Variogramm (Abb. 4, rechts) verdeutlicht, dass die Gesamtvariabilität schon in Distanzen unter 50 m erreicht wird, so dass für eine Bodenformenkarte hier wesentlich dichtere Bohrungen zu setzen sind. In drei Detailgebieten (Hochfläche, Hang, Steilhang) wurden deshalb Bohrungen in Abständen von 5 bis 10 m niedergebracht. Das Variogramm (Abb. 5, links) zeigt jetzt einen deutlichen Anstieg bis etwa 60 m. Damit scheint also geostatistisch die Verbreitung der Deckschicht aufgrund der Bohrungen abbildbar (Abb. 5, rechts). Für eine Darstellung der Verbreitung wäre ein Maßstab von 1 : 1.000 bis 1 : 2.000 notwendig (Abb. 5, rechts). Betrachtet man in dem Gebiet die Mächtigkeit der Kalksteinfließerden, so ergeben sich Distanzen von 100 bis 300 m bis zum Erreichen der Gesamtvariabilität. Hier sind die Bohrdichten der Standortskartierung als ausreichend anzusehen.

In Abb. 6 ist die räumliche Variabilität der Faktoren der Bodenentwicklung vereinfacht den konventionellen Maßstabsebenen zugeordnet. Die Einstufung erfolgte aufgrund der Erfahrungen aus den oben genannten Kartierungen. Sie soll hier generalisiert die Bedeutung der Einzelfaktoren für die Variabilität der Böden verdeutlichen und erhebt somit keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Deutlich wird, dass die Bodenart zu einer starken räumlichen Differenzierung führt, so dass eine nach den Bodenartenuntergruppen differenzierte Bodenkartierung nur in sehr großen Maßstäben darstellbar ist (dunkles Raster). Eine gröbere Klassifizierung etwa nach Bodenartengruppen bewirkt eine räumliche Aggregation. Diese zusammengefassten Areale sind dann auch in mittleren Maßstäben darstellbar (helleres Raster). In kleinen Maßstäben ist eine Abgrenzung nach Bodenarten nicht mehr möglich. Andere Faktoren, wie z. B. Verbreitungsgebiete von Festgesteinen oder Klimafaktoren, weisen im Schwerpunkt erst in größeren Distanzen bodenrelevante Unterschiede auf (s. o.).

Faktor		Parameter und Angabe der räumlichen Wirksamkeit						
Maßstabsbereiche		< 1.000	5.000	25.000-	50.000	200.000	500.000	1.000.000 und kleiner
Geologie	Genese							
	Stratigraphie							
	Bodenart							
Schichtmächtigkeit								
Grundwasser								
Relief	Neigung							
	Exposition							
	Höhe							
	Form							
Nutzung	historisch							
	aktuell							
Klima	Temperatur							
	Niederschlag							
	Verdunstung							

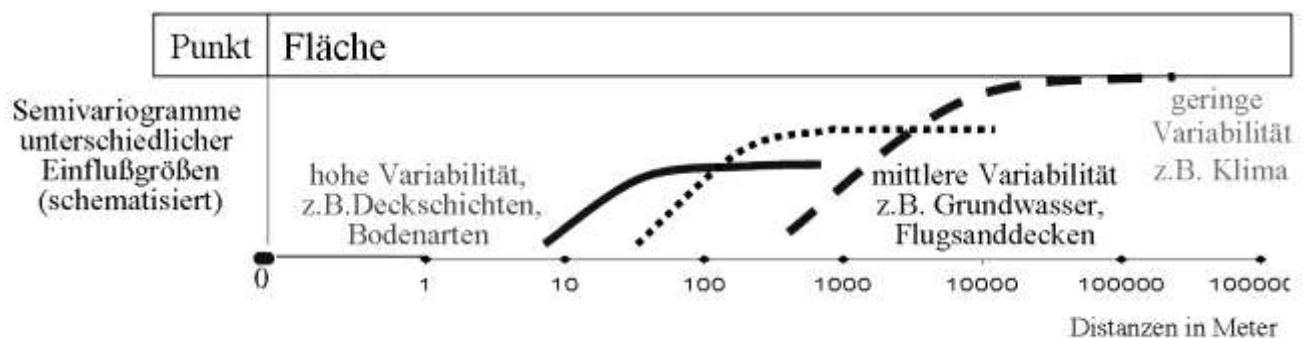


Abbildung 6: Variabilität der Faktoren der Bodenbildung

unten: schematisierte Variogramme verschiedener Einflussfaktoren der Bodenentwicklung **oben:** Die grauen Raster bezeichnen den Bereich, in dem der jeweilige Faktor bodenarealdifferenzierend wirkt. Die jeweils helleren Graustufen bezeichnen Bereiche, in denen die Faktoren nach weiterer Klassifikation noch für die Arealabgrenzung zu verwenden sind.

Die oben vorgestellten Beispiele erlauben eine Einschätzung vorliegender Karten. Bei der Reichsbodenschätzung ist festzustellen, dass die räumliche und inhaltliche Auflösung geringer ist als die Detailkartierungen. So liegen die Grenzabstände der generalisierten Bodenkarte (vgl. Abb. 3 u. 5) zwischen 10 und 200 m gegenüber Grenzabständen zwischen 200 und 400 m bei der Bodenschätzung. Die Anzahl der Arealtypen ist in der Bodenkarte etwa dreimal höher. Dies bedeutet, dass auch die Karten der Bodenschätzung schon bei der Kartierung deutlich generalisiert wurden. Vergleichbares trifft auch für die Forstliche Standortskartierung zu. Geologische Karten sind, abgesehen von Spezialkartierungen, maximal im Maßstab 1 : 25.000 verfügbar. In Bezug auf die Scheckhäuser Wiesen werden hier nur zwei Arealtypen (Moore und Löss) ausgewiesen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die konventionellen Karten nicht die reale Variabilität der Böden oder der Substrate abbilden. Für eine lage- und inhaltstreue Kartierung der Bodenformen müssten in der Regel Bodeninformationen in Abständen von 10 bis 20 m vorliegen. Diese Ergebnisse

zur Variabilität decken sich mit zahlreichen ähnlichen Untersuchungen diverser Autoren (HAASE 1967, 1968, KNEIB 1979, LAMP 1972, MOERSE & GEHRT 1991, MUTERT 1978). Im Einzelnen ist festzuhalten:

- Bodenformen bilden räumlich hochvariable Muster.
- Für eine reale Beschreibung sind hochauflösende Bodenkarten notwendig.
- Flächendeckende Informationen zum Boden liegen in dieser Dichte z. Z. nicht vor.
- Insbesondere bei mittleren und kleinen Maßstäben wird von der Realität abstrahiert.

4. Ableitung der verschiedenen Maßstabsebenen

Die vorstehenden Kapitel zeigen, dass nur in den größten Maßstäben reale Abbilder der Bodenverbreitung dargestellt werden können. Die Kartiervorgänge sind den jeweiligen Maßstäben anzupassen. Die folgenden Kapitel beschreiben kurz gefasst diese unterschiedlichen, an den Zielmaßstab angepassten, Methoden.

4.1 Detailbodenkarten (1 : 1.000 bis 1 : 5000)

Aufgrund der Variabilität von Bodenparametern sind die Kartierungen der Bodenschätzung oder Standortkartierung mit Bohrdichte von maximal 50 x 50 m für Detailbodenkarten zu grob. Die Vorteile dieser Informationsebenen bestehen darin, dass ausgewählte Bohrungen verfügbar sind. So liegen in Niedersachsen derzeit ca. 800.000 Profile beschreibender Grablöcher der Bodenschätzung digital vor.

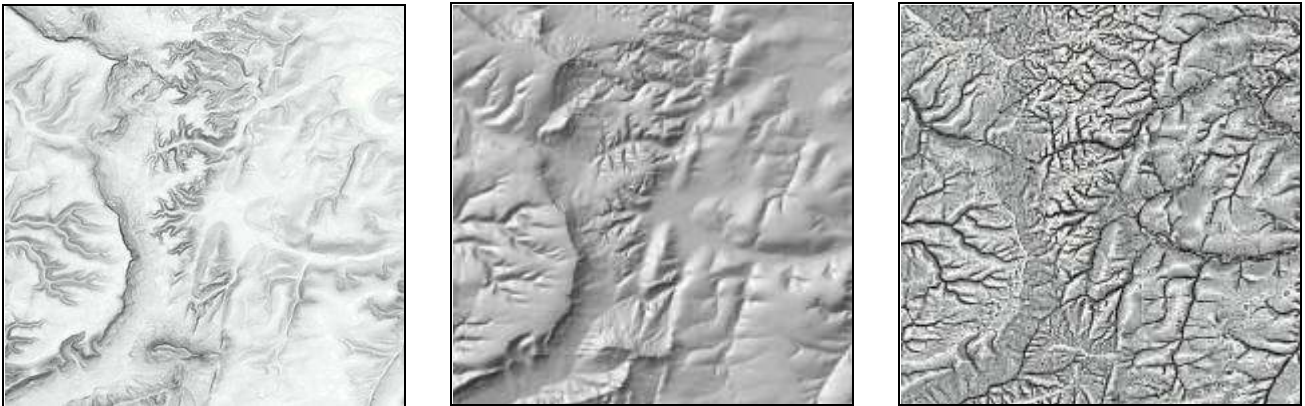
Nachteilig ist, dass die Profilbeschreibungen und die Arealgrenzen maßgeblich objektgeneralisiert wurden und damit die Daten nur noch bedingt den Ansprüchen der Detailkarten genügen. Daraus resultiert z. B. das Problem, dass Informationen, die ebenfalls in diesem Maßstab greifen, wie etwa Höhenmodelle (DGM5), räumlich nur bedingt korrelieren. Die Generalisierung der Bodenschätzung kann durch die Berücksichtigung anderer Informationsebenen, wie geologischer Karten (Konkretisierung der Inhalte) oder weiterer Rasterinformationen (insbesondere Höhenmodelle, aber auch Fernerkundungsdaten, z. B. Luft- oder Satellitenbilder), aufgehoben werden.

In den vergangenen Jahren wurden unter dem Stichwort „Regionalisierung von Bodenparametern“ Verfahren entwickelt, die die Integration von Bohrungen konventioneller Vektorkarten und Rasterdaten ermöglichen (BÖHNER et al. 2000). Aus den Höhendaten werden dabei in einem ersten Schritt standardisierte, allgemein verwendbare, Reliefparameter abgeleitet, die reliefabhängige bodenrelevante Prozesse, wie die Abflussverteilung oder Umlagerungsprozesse, räumlich proportional abbilden (z. B. Höhe über Tiefenlinie, Erosions-Akkumulations-Index, Bodenfeuchte-Index, vgl. Abb. 7). Bei der Regionalisierung von Bodenparametern wird die punktuelle Information mit den Metadaten geostatistisch in Bezug gesetzt (Methode n-dimensionales Kriging) und in den Raum extrapoliert (Abb. 8). Durch die Verknüpfung von Bodenkennwerten mit Rastermetadaten wird der errechnete Faktor kontinuierlich in den Raum projiziert. Eine Klassifikation ist zunächst nicht notwendig und kann ggf. später anwendungsspezifisch vorgenommen werden. Kontinuierliche Übergänge, wie sie in der Natur vorliegen, werden damit - im Gegensatz zur Bodenkarte - auch weiterhin abgebildet.

Neben der leichteren und objektiven Reproduzierbarkeit der Ergebnisse liegt ein wesentlicher Vorteil in der Möglichkeit einer Integration zeitlich variabler Faktoren. So kann die Größe von vernässten Arealen in Abhängigkeit von der Niederschlagsverteilung und -menge schwanken. Mittels einer Ras-

terkarte sind solche zeit-/räumlichen Veränderungen prinzipiell besser darstellbar als mit Vektorkarten.

Abbildung 7: Relief Auswertungen Beispiel Blatt 4426 Ebergötzen



links: Hangneigung; **mitte:** Exposition; **rechts:** Wetness oder Feuchtigkeitsindex

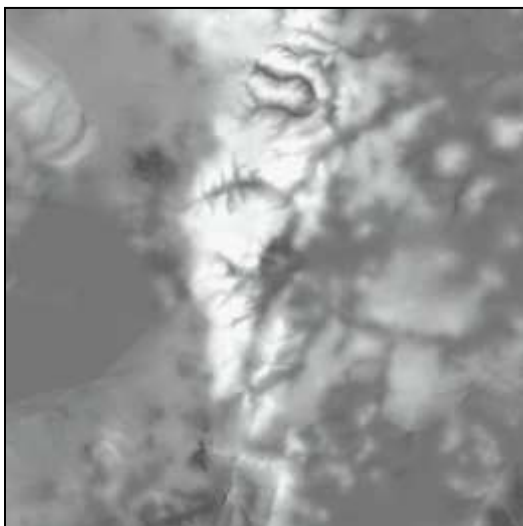


Abbildung 8: Regionalisierung von Bodenparametern, Beispiel Blatt 4426 Ebergötzen

links: Sandgehalte im Oberboden (je heller, umso höher der Sandgehalt). Hier kommt deutlich das Areal des Mittleren Buntsandsteins (smSS) heraus. **rechts:** Grundwasserstände in cm unter Geländeoberfläche (je dunkler, umso höher der Grundwasserstand)

Grundlage für beide Karten sind alle Bohrungen im Gebiet. Das Problem besteht darin, dass das Programm auch in Gebiete hinein extrapoliert, wo ggf. die nächstgelegenen Bohrungen nicht repräsentativ sind. Hierfür sind die Gültigkeitsgebiete einzuschränken.

4.1.1 Bodenkarte 1 : 1.000 (BK1)

Bodenkarten im Maßstabsbereich um 1 : 1.000 werden benötigt, um kleinräumig variable Bodenmuster zu erfassen (z. B. bei Kartierungen für Feldversuche, Dauerbeobachtungsflächen, Hofbodenkarten). Gemeinsam ist den Kartierungen, dass eine hohe inhaltliche und räumliche Genauigkeit gefordert wird. Im Rahmen von einzelnen Projekten kann die Karte durch gezielte Bodenaufnahmen er-

stellt werden. Dies setzt einen relativ hohen Arbeitskräfteeinsatz voraus. Eine Standardisierung ist in diesen Fällen nur bedingt erforderlich.

Probleme in dieser Dimension werden dann offensichtlich, wenn die Information für größere Areale zur Verfügung stehen muss. Schon bei der Anlage von Dauerbeobachtungsflächen wird klar, dass hier eine gewisse Vergleichbarkeit der Aufnahmen und Kartierungen erforderlich ist, um bei den Auswertungen irrelevante methodenbedingte Variablen zu vermeiden. Bei Hofbodenkarten, wie sie zunehmend bei *precision farming* oder *teilflächenspezifischer Landwirtschaft* gefordert werden, sind Informationsstandards notwendig, mit denen die Steuerung der Bewirtschaftung (z. B. Düngung, Bewässerung) vorgenommen werden kann. Als Konsequenz ist die Standardisierung im Sinne einer Qualitätssicherung auch für die Kartierung zu fordern.

Ein generelles Problem besteht darin, dass in dieser Dimension z. Z. keine Informationsgrundlagen vorliegen. Die Kartierung kann aus diesem Grund nur durch die Erhebung hochauflösender Informationsgrundlagen erfolgen (Abb. 9). Derzeit sind folgende Daten in der Diskussion und im Test:

- DGM 5 x 5 m
- Luftbilder
- multi- oder hyperspektrale Scannerdaten
- geophysikalische Messmethoden (z. B. EM38)
- punktuelle Erhebung der Bodendaten

Der Einsatz dieser Daten für die Ableitung räumlicher Bodeninformationen macht allerdings eine Weiterentwicklung von Methoden, z. B. in der automatischen Reliefanalyse oder Bildverarbeitung, notwendig, um im Routineeinsatz räumlich hochauflösende Rauminformationen zu integrieren.

Generell besteht hier die Frage, ob eine Vektorkarte die Bodenverhältnisse in dieser Dimension überhaupt ausreichend charakterisieren kann. Die Informationsgrundlagen liegen zum größeren Teil als Rasterdaten vor. Diese bilden allerdings in der Regel nicht bodenkundliche Parameter, sondern Metadaten ab, die bodenkundlich zu interpretieren sind. Bei der Kartierung werden die Informationen der Bohrungen mit den Informationen der Bohrungen oder der Laborergebnisse verknüpft (s. o.). Für dieses Kernproblem der Übertragung punktueller inhaltlich hochauflösender Information in die Fläche sind die oben genannten Methoden der Parametrisierung und deren Regionalisierung zu etablieren.

In Zukunft werden wohl weitere Erhebungsmethoden zur Verfügung stehen. Hier dürften insbesondere Daten von hoch fliegenden Flugzeugen oder Satellitendaten von Bedeutung sein. Mit der räumlichen Differenzierung muss eine inhaltliche Differenzierung einhergehen (Parametrisierung). Es ist kritisch zu überprüfen, ob die Klassen der bodenkundlichen Kartieranleitung in dieser Maßstabsebene überhaupt ausreichend oder praktisch anwendbar sind. In Folge der inhaltlich genaueren Beschreibung sind ggf. auch vorhandene Auswertungsmethoden anzupassen. Um Produkte vergleichbarer Qualität zu erreichen, ist die Erstellung von Kartierkonzepten, Rahmenrichtlinien oder Pflichtenheften notwendig.

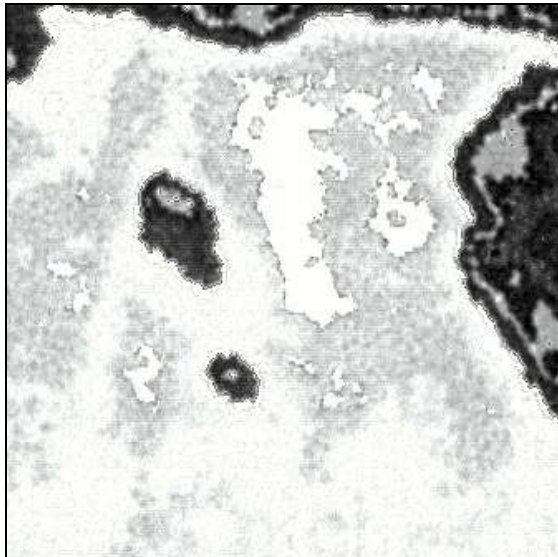


Abbildung 9: Beispiel Rasterdaten: Geoelektrik

Die Karten zeigen ein Beispiel einer ESMS-Messung. Die Daten bilden die elektrische Leitfähigkeit des Bodens ab. Die linke Seite zeigt die Vergrößerung des gekennzeichneten Ausschnitts, so dass die Rasterauflösung erkennbar wird. Das Messergebnis wird maßgeblich vom Wasser- und Tongehalt beeinflusst, ist also kausal mit Bodeneigenschaften verknüpft. Es ist entweder direkt oder in Kombination mit punktuellen Messungen interpretierbar. Bohrergebnisse lassen sich auch mit solchen Daten extrapolieren.

4.1.2 Bodenkarte 1 : 5.000 (BK5)

Die Bodenkarte 1 : 5.000, z.T. auch 1 : 10.000, kommt heute in vielen Planungsverfahren der Kommunen oder z. B. Wasserschutzgebieten zur Anwendung. Hierbei geht es z. B. um Friedhofplanungen, Ausgleichsmaßnahmen, Nutzungsvorschriften oder Entschädigungen. Im Vergleich zur Bodenkarte 1 : 1.000 kann in diesem Maßstab eine gewisse Abstraktion und Typisierung akzeptiert werden. Es geht nicht mehr darum, die Information am Punkt genau abzubilden, sondern die Verteilung von Bodenmerkmalen räumlich korrekt darzustellen.

Im Unterschied zur Bodenkarte 1 : 1.000 sind die Ansprüche an die räumliche Auflösung der Informationen geringer. Derzeit werden planungsrelevante Fragen auf Grundlage der Bodenschätzungskarten bearbeitet und in die Planungsprozesse eingebracht. Ein Verbesserungspotential liegt in der Integration vorliegender Höhenmodelle. Dabei könnten dann die genannten Verfahren der Regionalisierung zur Anwendung kommen.

Die Abbildungen 8 und 10 zeigen Beispiele, wie eine solche Regionalisierung für diese Maßstabsebene aussieht. Grundsätzlicher Vorteil ist, dass auch Gebiete, die nicht mit Bohrungen belegt sind, durch die Extrapolation mit Informationen belegt werden. Das Verfahren beinhaltet die Möglichkeit, die Sicherheit der Aussage statistisch zu quantifizieren und damit u. a. kritische Punkte und Bereiche, die eine weitere Untersuchung notwendig machen, zu identifizieren. Die Erkundung und der Arbeitsaufwand werden damit optimiert.

4.2 Bodenkarten mittlerer Maßstäbe und Bodenübersichtskarten

Während in den Detailbodenkarten der Anspruch auf eine Lagetreue besteht, geht es in den Bodenkarten mittlerer Maßstäbe und bei Übersichtsbodenkarten darum, die generellen Zusammenhänge sowie großräumigere Strukturen und überregionale Einflüsse auf die Bodenverbreitung darzustellen

(HAASE 1971, 1975, SCHMIDT 1975, 1978). Um den Zusammenhang zwischen den Detailbodenkarten und den Übersichtsmaßstäben zu gewährleisten, sollten die übergeordneten Strukturen auch in den Detailkarten abgebildet werden. Andererseits werden die Inhalte der Detailkarten für die Beschreibung der Übersichtskarten genutzt. Dies ist als iterativer Prozess zu verstehen, da die übergeordneten Strukturen anfangs nur grob bekannt sind und erst im Detail konkretisiert werden können. Auf der anderen Seite können die überregionalen Einflüsse nur berücksichtigt werden, wenn diese bei Detailbeurteilung bekannt sind.

Für die Kartierung muss zwischen Kriterien der *Arealabgrenzung* und der *Inhaltsbeschreibung* unterschieden werden.

Arealabgrenzung

In den Bodenkarten mittlerer Maßstäbe und bei Übersichtsbodenkarten ist die Zusammenfassung verschiedener Böden in einem Areal und damit auch eine Definition von Kriterien für eine Zusammenfassung zwingend notwendig. Die Geographischen Informationssysteme bzw. aufgesetzte Erweiterungen bieten heute die zahlreiche Möglichkeiten die räumliche Generalisierung durchzuführen oder die Arbeiten deutlich zu unterstützen (FUCHS 2002). Die Definition übergeordneter Raumeinheiten ist deduktiv und benötigt Konventionen. Denkbar sind verschiedene Varianten.

- Zusammenfassung ähnlicher Bodenausprägungen oder dominanter Ausprägungen (nach formalen Kriterien wie Gesteinsgebiete, Reliefeinheiten)
- Räume mit lateralem, stofflichem Zusammenhang (genetischer Zusammenhang über Identifikation von Fließwegen und Einzugsgebieten (SCHLICHTING 1972, 1986)
- Zusammenfassen ähnlicher Eigenschaften (funktionale Kriterien)

In den Bodenkarten der Geologischen Landesämter werden die Areale z. Z. im Wesentlichen auf Grundlage der Substrate, des Reliefs und der Hydrologie zusammengefasst. Die Ergebnisse werden überregionalen Strukturen, Landschaften oder Regionen zugeordnet (HAASE 1978a, 1978b). In Anlehnung an die Bodenkundliche Kartieranleitung (AG BODEN 1994) werden Bodenregionen, Bodengroßlandschaften und Bodenlandschaften auf Grundlage von Substraten und Reliefeinheiten ausgewiesen.

Die übergeordneten Strukturen sind nicht Selbstzweck. Sie bilden vielmehr ein regionales Ordnungssystem, das es erlaubt, repräsentative Beschreibungen vorzunehmen und inhaltlich ähnliche oder gleiche Beschreibungen von Bodenarealen und Bodengesellschaften zu identifizieren (SCHMIDT 2001).

Inhaltsbeschreibung

Während die Beschreibung einzelner Böden durch die Bodenkundliche Kartieranleitung umfassend geregelt ist, besteht in Bezug auf das Vorgehen bei der Auswahl der vergesellschafteten Böden noch Diskussionsbedarf. In der Regel werden nur wenige Böden als Gesellschafter angegeben. Ergebnisse von Detailkartierungen (s. o.) machen aber deutlich, dass in einer Kartiereinheit der BK50 bis zu 50 verschiedene Bodenformen integriert sein können (GEHRT et al. 1997). Die Auswahl kann über den Flächenanteil (quantitativ) über die pedosoziologische Funktion (Leitböden, Charakterböden) oder über die inhaltliche Bedeutung (z. B. Klimaxboden, Trockenzeiger, Nasszeiger, Transformationsboden, Anthropogener Boden, Erosionsboden, Verarmungsboden, Akkumulationsboden) erfolgen (SPONAGEL et al. 1999). Derzeit erfolgt die Auswahl inhaltlich und/oder quantitativ. Dadurch werden

allerdings einige Auswertungen unmöglich, oder es gibt Abweichungen zwischen Detailaufnahmen und den mittleren Maßstäben.

Nach derzeitigem Kenntnisstand scheint eine Nutzungsdifferenzierung der Inhaltsbeschreibung notwendig, da für viele Auswertungen die Nutzung eine entscheidende Größe ist. Die Nutzungsdifferenzierung kann sich dabei auf eine an die jeweiligen Nutzungen angepasste Profilbeschreibung beschränken, wenn die Nutzungsunterschiede keine bodenkundlichen Ursachen haben. Beruhen die Nutzungsunterschiede auf Standortunterschieden, sind letztlich für jede Nutzung spezifische Profile oder auch Bodengesellschaften anzugeben.

4.2.1 Bodenkarte 1 : 25.000 bis 50.000 (BK25 bis BK50)

Die BK50 vermittelt zwischen Detail- und Übersichtsbodenkarten. Einerseits sollen übergeordnete Strukturen hervortreten, andererseits soll eine hinreichende regionale Genauigkeit erreicht werden. Die BK50 hat ihre Hauptanwendung auf der Landkreisebene für die Landschaftsrahmenplanung. Gleichzeitig bildet sie als geschlossenes Landeskartenwerk die Grundlage für landesweite Auswertungen für den Bodenschutz und für Übersichtskarten der Maßstäbe 1 : 200.000 und kleiner.

Darüber hinaus ist die BK50 notwendig, um wichtige regionale und überregionale Strukturen festzulegen. Die regionale Struktur ist wiederum grundlegend für die Bearbeitung von Karten größerer Maßstäbe (Übersetzung der Bodenschätzung und der Standortkartierung, Verbreitung der Bodenausgangsgesteine, Regionalisierung von Bodenparametern, Hintergrundwerte für Schwermetalle). Soll z. B. ein Bodenparameter auf Basis von Regionalisierungsverfahren vom Punkt in die Fläche übertragen werden, ist es notwendig, den Gültigkeitsbereich der Bohrungen zu definieren. Diskrete Grenzen, wie die Grenze der Lössverbreitung, definieren dann z. B. den Gültigkeitsbereich für eine geostatistische Regionalisierung der Lössmächtigkeiten. Auch eine Regionalisierung von Bodenarten ist zuverlässiger, wenn sie für Gebiete gleicher Bodenausgangsgesteine getrennt durchgeführt wird. Die weitgehend lagetreue Festsetzung solcher diskreter Grenzen sollte eine Aufgabe der BK50 sein. Eine wesentliche Quelle in diesem Zusammenhang sind Geologische Karten.

Zugleich ermöglicht dieser Maßstab, überregionale Strukturen (Abb. 10) zu erkennen und ggf. festzulegen, die in Detailmaßstäben nicht erkennbar sind und in kleineren Maßstäben zu grob wären (Korngrößen der Sandfraktionen, Eschverbreitung, Schwarzerdeverbreitung, Bodengroßlandschaften, Bodenregionen).

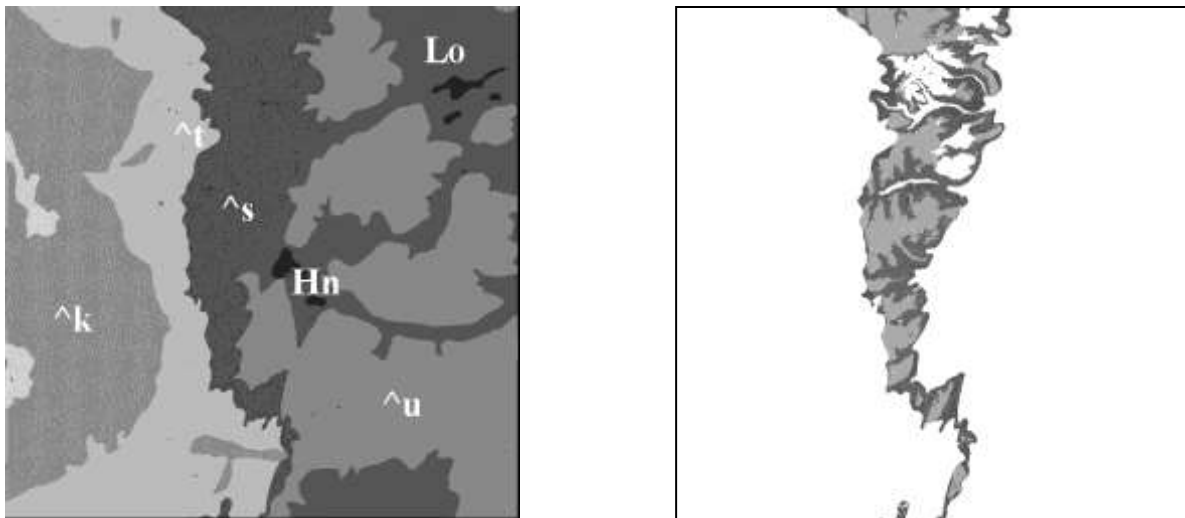


Abbildung 10: Regionalisierung von Bodenparametern mit übergeordneten Raumeinheiten, Beispiel Blatt 4426 Ebergötzen

links: Karte der Bodenausgangsgesteine: Lo = Löss, ^t = Tonsteine, ^s = Sandsteine, ^k = Kalksteine, Hn = Niedermoore, ^m = Mergelsteine, ^u = Schluffsteine; **rechts:** Regionalisierung der Sandgehalte innerhalb der Sandsteingebiete. Unterhalb einer den Parameter bestimmenden übergeordneten Einheit ist die Extrapolation zuverlässiger, da nur Bohrungen aus dieser Einheit berücksichtigt werden.

Für die Arealabgrenzung werden für diesen Maßstab die im Folgenden aufgeführten Daten und Karten herangezogen bzw. generalisiert:

1. für bodenkundlich relevante Aussagen generalisierte geologische Karten
2. Erstellung standardisierter Reliefkarten (Senkenbereiche, Scheitelpunkte, Hangneigung)
3. Auswertung der Bodenschätzung und Standortkartierung (gezielte Auswahl der für diesen Maßstab relevanten Faktoren (Bodenarten der oberen 60 cm, Eschverdachtsflächen, Schwarzerden, semiterrestrische Böden). Während die Karten der Bodenschätzung für den Maßstab 1 : 5.000 aufgrund der Bohrdichte von maximal 50 x 50 m nur mit Einschränkung zu nutzen sind (sie sind schon maßgeblich objektgeneralisiert), können sie im mittleren Maßstab eine gute Grundlage bilden.
4. Auswertung der ATKIS-Daten (anthropogen veränderte Gebiete, Versiegelung etc.)

Auf Grundlage dieser Informationen ist es möglich, den Grenzentwurf anzufertigen. Im nächsten Schritt erfolgt die Inhaltsbeschreibung. Dabei wird unter Berücksichtigung vorliegender Bodenkarten, des Expertenwissens und vor allem vorliegender Bohrungen (z. B. Bodenschätzung) das bodenkundliche Inventar der Areale beschrieben. Ggf. wird durch punktuelle Erhebung eine weitere Absicherung vorgenommen. Dabei wird die vorliegende Information für die Legendeneinheit zusammengestellt und statistisch aufbereitet. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Beschreibung auch mit den unterlagerten Informationsebenen konsistent ist.

4.2.2 Bodenübersichtskarte 1 : 200.000 (BÜK200)

Die Bodenübersichtskarte entwickelt sich z. Z. zu der bodenkundlichen Informationsgrundlage, die einen bundesweiten Standard festlegt und damit länderübergreifende Vergleiche und Auswertungen erlaubt. Angestrebt ist eine europaweite Bodenübersichtskarte im Maßstab 1 : 250.000, die aus der

BÜK200 abgeleitet wird. Die BÜK200 hat neben der notwendigen Funktion als Informationsgrundlage die Funktion, eine Brücke zu internationalem Standard (z. B. WRB 1994) zu schlagen.

In Bezug auf Möglichkeiten und Grenzen der Arealbildung und Inhaltsbeschreibung von Bodenkarten im Maßstab 1 : 200.000 liegen langjährige Erfahrungen vor. Durch die Arbeiten bei der Bodenübersichtskarte 1 : 200.000 der BGR wurden die Kriterien nochmals konkretisiert. Über verschiedene Karten zeigt sich ein Konsens in Bezug auf folgende Kriterien:

1. Die Aggregation erfolgt über Gebiete mit gleichem oder ähnlichem Bodenausgangsgestein (z. B. Ton-, Sand-, Kalkstein, Geschiebelehmgebiete incl. aller periglazialer Deckschichten, Löss-, Sandlössgebiete incl. der holozänen Umlagerungen).
2. Die Gesteinsgebiete werden untergliedert, wenn sich die Hauptrichtung der Bodenentwicklung (z. B. Rendzinen zu Braunerden, Braunerden zu Pseudogley-Braunerden) und/oder der Reliefcharakter (Scheitelpunkte, Hänge, Senkenbereiche) ändert und die Areale darstellbar sind.

Die resultierenden Areale sind in Bezug auf die Substrate und die Bodenentwicklung als ausreichend homogen anzusehen. Während in Bezug auf die Arealabgrenzung durch den Maßstab enge Grenzen gesetzt sind, ist eine weitergehende inhaltliche Spezifizierung denkbar. Damit ist allerdings eine unübersichtlich werdende Anzahl von Legendeneinheiten verbunden. Diese ist nur nutzbar, wenn hier entsprechende Detailkenntnisse vorliegen und eine digitale Verwaltung der Inhalte realisiert ist.

4.2.3 Bodenkarte 1 : 500.000 bis 1 : 1.000.000 (BÜK500 bis BÜK1.000)

Die Übersichtsmaßstäbe 1 : 500.000 und 1 : 1.000.000 ermöglichen, die Bodenverbreitung ganzer politischer Einheiten (etwa Niedersachsen oder der Bundesrepublik) zusammenfassend darzustellen und bieten damit die Möglichkeit, generelle Züge der Bodenverbreitung zu erkennen und darzustellen. Als Beispiel sei hier der durch den maritim-kontinentalen Klimawandel verursachte Wechsel von Podsolen zu Braunerden aus sandigen Substraten oder von Pseudogleyen über Pseudogley-Podsole zu Pseudogley-Braunerden und Braunerden bei lehmigen Böden des Norddeutschen Flachlandes zu nennen.

Die Arealabgrenzung beruht in diesem Maßstab im Wesentlichen auf den Gebieten gleicher oder ähnlicher Bodenausgangsgesteine (wie bei der BÜK200) und einem ausgewählten Standard in den Reliefseinheiten (größere Senkenbereiche). Innerhalb dieser Einheiten werden Profile beschrieben, die die dominante Bodenentwicklung angeben. Lediglich in den Fällen, bei denen sich klima- oder nutzungsgeschichtlich begründete, überregionale Varianten ergeben, werden die Gesteinsgebiete bodenkundlich differenziert. Damit erfolgt zugleich die in Kap. 4.2.1 genannte Festlegung der überregionalen Strukturen.

Für die Inhaltsbeschreibung werden z. Z. zwei Wege beschritten. Auf Grundlage detaillierterer Bodenkarten (z. B. BÜK50) ist es möglich, eine flächenrepräsentative Inhaltsbeschreibung abzuleiten. Aufgrund vorliegender Profildatenbanken ist es andererseits möglich - auch nutzungsdifferenziert -, konkrete Profile und Kennwerte bzw. Mittelwerte zuzuordnen. Beide Verfahren zusammen ergeben eine gute Sicherheit für die Repräsentanz der Beschreibung. In Bezug auf die Auswahl der vergesellschafteten Böden gelten die oben gemachten Aussagen.

5. Qualitätsmaße für Bodenkarten

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, dass einerseits z. Z. ein Gesamtkonzept der Bodenkarten entsteht und sich die Aufgaben und Anwendungen der Bodenkarten konkretisieren. Andererseits sind einige Defizite zu erkennen (SCHLÜTER & GEHRT 1999). Ohne Anspruch auf Vollständigkeit wären hier folgende Punkte zu nennen.

1. Angabe von Variabilitätsmaßen oder Verteilungsmaßen bei Bodenkarten großer Maßstäbe (1 : 25.000 – 1 : 1.000.000): Aufgrund von statistischen Auswertungen wird es in Zukunft möglich sein, nicht nur den Inhalt, sondern auch Wertebereiche für Bodenareale zu beschreiben (DEHNER i. D.).
2. Faktorspezifische Distanzmaße: Denkbar werden Aussagen zur räumlichen Gültigkeit der Inhalte. Als konkrete Aussage wäre hier zu beschreiben, in welchen Distanzen die angegebene Schwankung zu erwarten ist.
3. Angabe optimaler Bohrdichte für die Erkundung im Rahmen von Projekten: Aufbauend auf Punkt 2 könnte zumindest für große und mittlere Maßstäbe angegeben werden, wie hoch der Erkundungsaufwand ist.
4. Beschreibung der inhaltlichen Qualität: Die vorgenannten Punkte erlauben auch Angaben über die Zuverlässigkeit und die Repräsentanz der Inhaltsbeschreibung.

Als ein Beispiel sei auf die Legende der BÜK500 von Niedersachsen verwiesen (GEHRT & SBRESNY 1999), in der neben der konventionellen Inhaltsbeschreibung auch Verteilungsmaße wie der Flächenanteil der Kartiereinheit in Niedersachsen [%], der Flächenanteil der Leit- und Begleitprofile [%], die Anzahl der BÜK50-Einheiten je BÜK500-Einheit, der Anteil, der durch das Auswahlprofil beschriebenen Fläche [%] etc., charakterisiert sind.

6. Literatur

AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Aufl. - Hannover

BÖHNER, J., CONRAD, O., KÖTHE, R. & RINGELER, A. (2000): Weiterentwicklung von Verfahren zur Reliefanalyse, Klimaregionalisierung Prozessparametrisierung und Regionalisierung von Bodenmerkmalen. - Fachwissenschaftliche Expertise zum Vertrag 2-99005843 zwischen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und der Georg-August-Universität Göttingen (unveröff.)

DEHNER, U., HARTMANN, K. J. & KRUG, D. (2001): Zur Hinterlegung der Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK 200) mit bodenkundlichen Flächendatensätzen. (zur Veröff. eingereicht Zeitschr. für angewandte Geol.)

FUCHS, M. (2002): Methoden zur objektiven Ableitung von Bodenkarten im Folgemaßstab. – Unterstützung der geometrisch-begrifflichen Generalisierung von Bodenkarten durch erweiterte Werkzeuge in einem Geo_informationssystem -. Dissertation Fachbereich Geowissenschaften FU Berlin

GEHRT, E. & SBRESNY, J. (1999): Erläuterungen zur Ableitung und den Inhalten der Bodenübersichtskarten 1:200.000 (BÜK 200) und 1:500.000 (BÜK 500) von Niedersachsen. – in: Arb.-H. Boden 1999/1, S. 61-98, Hannover

- GEHRT, E., A. RATHGEBER & BECKMANN, TH. (1997): Entwicklung und Merkmale der Kluftparabraunerde. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesell.* 85, III, S. 1135 - 1138
- GEHRT, E. & BOESS, J. (1996): Ergebnisse der bodenkundlichen Kartierung der Testgebiete im DGF-Forschungsvorhaben „DIGI-RELIEF“, - 51 S., Anlage B, in: HAGEDORN, J. (1996) Entwicklung eines Systems der digitalen Reliefanalyse für geowissenschaftliche Anwendungen - insbesondere als Element eines bodenkundlichen Vorhersagemodells (Abschlussbericht zum DFG-Forschungsvorhaben DIGI-RELIEF (Ha 506/16-1 bis 506/16-3) (unveröff.)
- HAASE, G. (1967): Bemerkungen zur Methodik einer großmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung auf der Grundlage landschaftsökologischer Erkundungen.- *Wiss. Z. Univ. Halle*, 16: 667-674
- HAASE, G. (1968): Pedon und Pedotop.- in: *Landschaftsforschung, PGM, Ergänzungsheft* 271: 57-75
- HAASE, G. (1971): Der Inhalt mittelmaßstäbiger Bodenkarten und seine Darstellungsmöglichkeiten.- *PGM*, 115: 225-235 Berlin
- HAASE, G. (1975): Zur inhaltlichen Generalisierung bei der Gestaltung mittelmaßstäbiger Bodenkarten. Dargestellt am Beispiel der Bodenkarte der DDR 1 : 500.000.- *Studio Geographica Brno*, 54: 45-60
- HAASE, G. (1978a): Struktur und Gliederung der Pedosphäre in der regionischen Dimension.- *Beiträge zur Geographie, - Arbeiten zur Bodengeographie Supplementband-*, 29/3, Berlin
- HAASE, G. (1978b): Leitlinien der Bodengeographischen Gliederung Sachsens.- *Beiträge zur Geographie - Arbeiten zur Bodengeographie-* 29/1: 6-81, Berlin
- HAKE, G. (1982): *Kartographie I.* – 342 S., 6. Aufl., Berlin; New York
- KNEIB, W. (1979): Untersuchungen zur Gruppierung von Böden als Grundlage für die Bodenkartierung. Dargestellt an einem Landschaftsausschnitt der Niederen Geest Schleswig-Holsteins.- *Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität Kiel*, Kiel
- KRUSE, K. & GÜNEWIG, D. (2001): Bodeninformation für die Projektbewertung auf der oberen Planungsebene. Erfahrungen aus einem F+E Vorhaben zur Umweltrisikoeinschätzung der Bundesverkehrswegeplanung. - *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesell.* 96/I: 519 -520
- LAMP, J. (1972): Untersuchungen zur numerischen Taxonomie von Böden.- *Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität Kiel*, Kiel
- MOERS, C. & GEHRT, E. (1991): Untersuchungen zum bodenkundlichen Informationsgehalt forstlicher Standortskarten. - *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesell.* 66/II: 823-826.
- MÜLLER, U., DAHLMANN, I., BIERHALS, E. VERSPERMANN, B. & WITTENBECHER, Ch. (2000): Bodenschutz und Landschaftsplanung.- *Arbeitshefte Boden* 2000/4, 27. S, 2 Tab., Hannover
- MUTERT, E. (1978): Untersuchungen zur regionalen Gruppierung von Böden- durchgeführt an einer Kleinlandschaft im schleswig-holsteinischen Jungmoränengebiet.- *Diss. Agrarwissenschaftl. Fak. d. Christian-Albrecht Univ. Kiel*, Kiel

- SCHLICHTING, E. (1972): Bodengesellschaften als Grundlage der Landschaftsplanung.- Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 16: 30
- SCHLICHTING, E. (1986): Prinzipien der Gruppierung von Böden und der Gliederung von Bodengesellschaften für die Erstellung einer Bodenübersichtskarte 1 : 200.000.- (unveröff.)
- SCHLÜTER, H. & GEHRT, E. (1999): Qualitätssicherung von Profildatenbanken und Konzeptbodenkarten. – Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesell. 91, H. 2, 1084-1087
- SCHMIDT, R. (1975): Grundlagen der mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standorterkundung.- Albrecht-Thaer-Archiv 19: 533-543
- SCHMIDT, R. (1978): Prinzipien der Standortgliederung der mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung der DDR.- Albrecht-Thaer-Archiv, 22: 459-469
- SCHMIDT, R. (2001): Beitrag zum Tabellenwerk für Zuordnungsregeln der Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK200).- Fachexpertise im Auftrag der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Auftrag 2- 511317 (unveröff.)
- SCHROEDER & LAMP (1974): Ein Beitrag zur Theorie der Traditionellen und numerischen Bodenklassifikation. – Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesell. 18: 291 – 295
- SPONAGEL, H., E. GEHRT, M. FUCHS, M. SOMMER & BÖHNER, J. (1999): Bodenarealabgrenzung – Parameter zur Ableitung von Bodengesellschaften. – Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesell. 91, H. 2, 1108-1111
- WRB (1994): World Reference Base for Soil Resources.- Draft. – Wageningen/Rome

Vom Bohrstock zum Bildschirm: Strukturwandel in einem Ingenieurbüro

Michael Albrecht

1. Darstellung IFB-HANNOVER

IFB-HANNOVER wurde 1987 als Ingenieurbüro für Bodenkunde gegründet, zunächst mit dem Ziel, bodenkundliche Kartierungen als Dienstleistung anzubieten. Hieraus entwickelte sich der Arbeitsbereich Bodenkundlicher Dienst. Nach kurzer Zeit hat sich dann ein 2. Arbeitsbereich entwickelt, der zunächst basierend auf einfachen CAD-Systemen und dann ab 1991 mit dem GIS MIPS (DOS-Vorläufer von TNT-MIPS) den Arbeitsbereich Digitale Karte und GIS begründete. 1994 wurde das System ArcInfo von ESRI als zentrales GIS angeschafft und gleichzeitig trat IFB-HANNOVER als GIS-Dienstleistungsunternehmen auf.

Seit dieser Zeit ist IFB-HANNOVER ein verlässlicher Partner im Planungs- und EDV-Bereich für viele Fach- und Verwaltungsbehörden wie z.B. für

- Umweltministerium
- Bezirksregierungen
- Naturschutzbehörden
- Kirchengemeinden
- Privatfirmen wie Wasserversorgungsunternehmen
- Planungsbüros

Schwerpunkt der Arbeit ist die Erstellung von Fachgutachten, Datengewinnung und Programmierarbeiten rund um den Natur- und Umweltschutz.

Im Arbeitsbereich Bodenkundlicher Dienst werden die folgenden Tätigkeitsfelder bearbeitet:

- Bodenschutz und Bodenkunde
- Grundwasserschutz
- Umwelt- und Naturschutz

Der Arbeitsbereich Digitale Karte und GIS beschäftigt sich mit folgenden Tätigkeiten:

- GIS-gestützte Planwerke
- GIS-Service
- Softwareentwicklung

Das Team von IFB-HANNOVER besteht aus Fachleuten unterschiedlichster Ausbildung: Agraringenieure, Geographen, Geologen, Kartographen, Landschaftsplaner und Programmierer arbeiten Hand in Hand. Dazu stehen leistungsfähige Geographische Informationssysteme wie ARC/INFO und ArcView sowie weitere GIS- und Grafik-Software zur Verfügung.

2. Darstellung Ingenieurgesellschaft *ENTERA*

Bedingt durch die zunehmende Nachfrage nach der Kombination aus planerischer Leistung und GIS-Nutzung haben die Firmen ARUM und IFB-HANNOVER 1999 die Ingenieurgesellschaft *entera* gegründet.

Zielsetzung ist eine verbesserte Dienstleistung von Umwelt- Landschafts- und Stadtplanung sowie alle vorhabenbezogenen Umweltplanungen mit einer ebenso bewährten GIS- und EDV-Kompetenz.

Durch den Zusammenschluss konnten Planungs- und Arbeitsprozesse entscheidend optimiert werden. Ingenieure, Wissenschaftler, Fachplaner und Techniker arbeiten bei entera als eingespieltes Team Hand in Hand. Synergieeffekte werden im Kundeninteresse genutzt und laufend weiterentwickelt.

Zur Projektbearbeitung werden leistungsfähige Geographische Informationssysteme wie ArcInfo, ArcView, TopoL und TNT eingesetzt.

Ein weiterer wichtiger Geschäftsbereich sind die IT-Dienstleistungen und die Software-Entwicklung.

3. Projektbeschreibung

Als Darstellung der unterschiedlichen Arbeiten werden im Folgenden 4 Projekte aufgeführt, die sowohl den Arbeitsbereich Bodenkundlicher Dienst repräsentieren, als auch den Einsatz von GIS und neuen Medien verdeutlichen.

- Wasserschutzgebiet Liebenau II
- Friedhöfe in Osnabrück
- Bodenschutz in der Bauleitplanung
- Planung auf CD am Beispiel des Landschaftsrahmenplans Hameln-Pyrmont

Projekt:	Wasserschutzgebiet Liebenau II
Auftraggeber:	Harzwasserwerke des Landes Niedersachsen/ Staatliches Amt für Wasser und Abfall, Sulingen
Größe:	ca. 4.540 ha, davon ca. 2550 ha LN

Zum Aufbau eines Beratungskonzeptes wurden von der Landwirtschaftskammer Hannover, Bezirksstelle Nienburg im Wasserschutzgebiet *Liebenau* Angaben zum Nitratverlagerungsrisiko benötigt. Dazu wurden die Schätzungskarten bzw. Feldschätzungsbücher bei dem entsprechenden Finanzamt beschafft und digitalisiert bzw. in eine Datenbank eingegeben. Mit Hilfe der Methode der *erweiterten Bodenschätzungsauswertung* wurden das Nitratverlagerungsrisiko berechnet und kartographisch mit eingescannter Topographie im Maßstab 1:10.000 dargestellt. Zusätzliche Standortkennwerte wie Bodenart des Oberbodens, Sickerwassermenge und Feldkapazität im effektiven Wurzelraum wurden als Übersichtskarten im Maßstab 1:25.000 dargestellt.

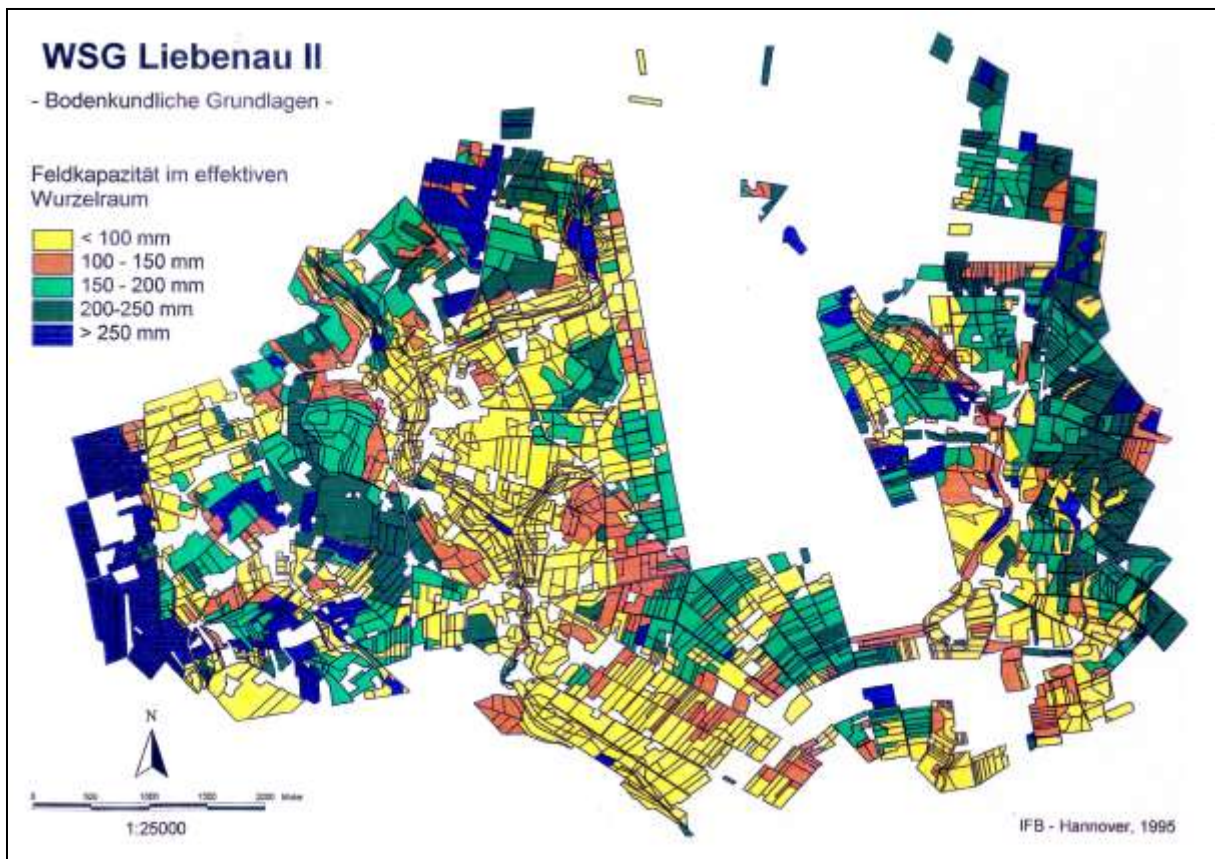


Abbildung 1: Bodenkundliche Grundlagenkarte für das Wasserschutzgebiet Liebenau II

Projekt:	Bodenkundliche Kartierung von Friedhöfen in Osnabrück
Auftraggeber:	Grünflächenamt der Stadt Osnabrück/Friedhofsverwaltung
Fläche:	Gesamtflächen und Teilbereiche

Im Zeitraum 1993 bis 2000 wurden verschiedene Flächen bestehender Friedhöfe als auch angedachter Erweiterungsflächen bodenkundlich untersucht, mit der Zielsetzung Informationen für ein langfristiges Friedhofsflächenmanagement zu gewinnen.

Die Zielsetzung der Untersuchung ist wie folgt zu benennen:

- Ermittlung der Eignung für die Erdbestattung
- Schaffung von Grundlagen für die Belegungsplanung
- Langfristige Bedarfsplanung

Zu diesem Zweck wurden auf den Flächen Profilgruben angelegt und Peilstangensondierungen durchgeführt. Anhand der bodenkundlichen Kartierung wurden Aussagen zum Wasser- und Lufthaushalt sowie zur Filterleistung der Böden abgeleitet.



Abbildung 2: Ausgewählte Friedhöfe im Stadtgebiet Osnabrück

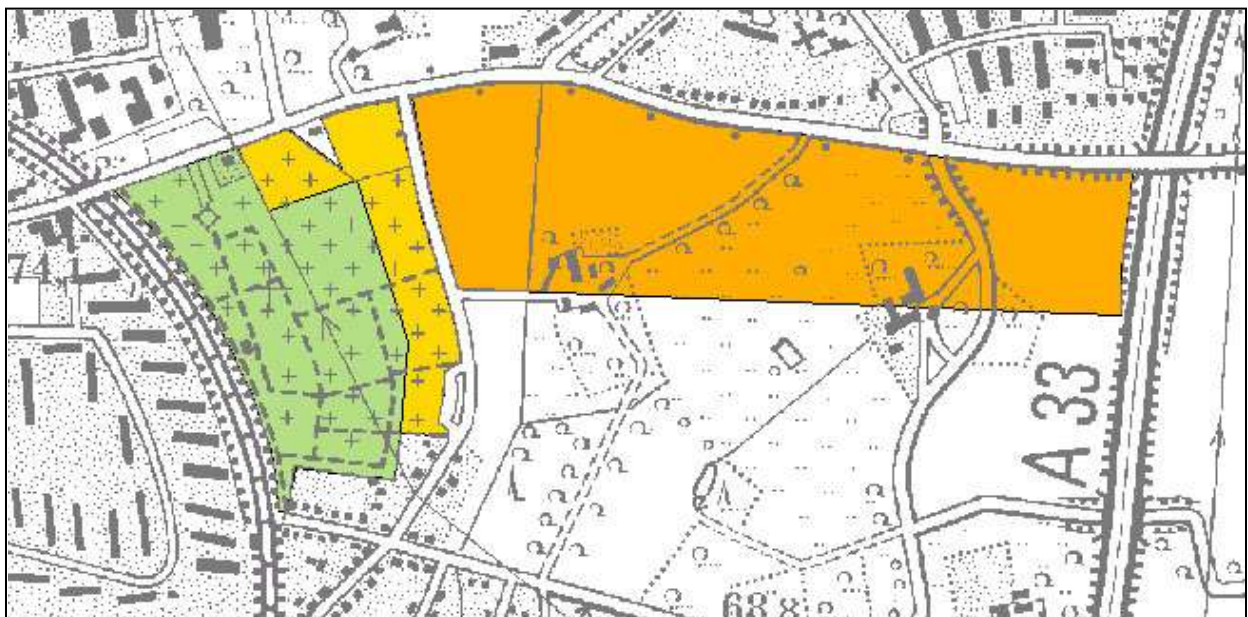


Abbildung 3: Bodenkundliche Untersuchung für den Friedhof Schinkel

Projekt:	Bodenschutz in der Bauleitplanung
Auftraggeber:	Pilotprojekt des NLÖ in Hildesheim
Fläche	2 Baugebiete in Langenhagen und Wennigsen mit 11 ha bzw. 20 ha

Es handelt sich hierbei um ein Pilotprojekt zur Umsetzung des Bewertungsverfahrens *Bodenschutz in der Bauleitplanung* des Bundesverband Boden e.V. (BVB, 2001), welches exemplarisch auf die 2 Neubaugebiete *Weierfeld* in Langenhagen und *Langes Feld* in Wennigsen angewendet wurde.



Abbildung 4: Bewertung der Bodenfunktionen im Neubaugebietes „Weierfeld“

Vorsorgender Bodenschutz ist ein Grundprinzip der Bundes-Bodenschutzgesetzes. Verschiedene Beispiele aus den Untersuchungsgebieten zeigen hingegen, dass insbesondere durch Befahrung mit Baumaschinen bereits in der vorbereitenden Bauphase Bodenschädigungen verursacht werden, die in späteren Phasen als Bodenverdichtungen Schäden verursachen. Die Bewertung der Bodenfunktionen wurde vergleichend auf 3 verschiedenen Datengrundlagen durchgeführt:

- Eigene Kartierung
- Bodenschätzungsunterlagen
- BÜK 50

Projekt:	Planung auf CD am Beispiel des LRP Hameln-Pyrmont
Auftraggeber:	Landkreis Hameln-Pyrmont
Fläche	Kreisgebiet Hameln-Pyrmont

Bei der Veröffentlichung oder Präsentation von kommunalen Planungen wird verstärkt über eine Nutzung der neuen elektronischen Medien nachgedacht, da sich hierdurch zahlreiche Vorteile gegenüber der Version aus Papier: Sie sind in der Regel preiswerter herzustellen, einfacher zu lagern und zu verschicken und lassen sich mit verschiedenen Zusatznutzen (Photo-, Video-, Audioelemente, weitere Informationen etc.) verbinden. Die zunehmende Durchdringung aller Institutionen durch Computer und die sprunghaft angestiegene Nutzung des Internets als Informations- und Präsentationsplattform haben die technischen Voraussetzungen für eine breite Akzeptanz dieser Medien geschaffen.

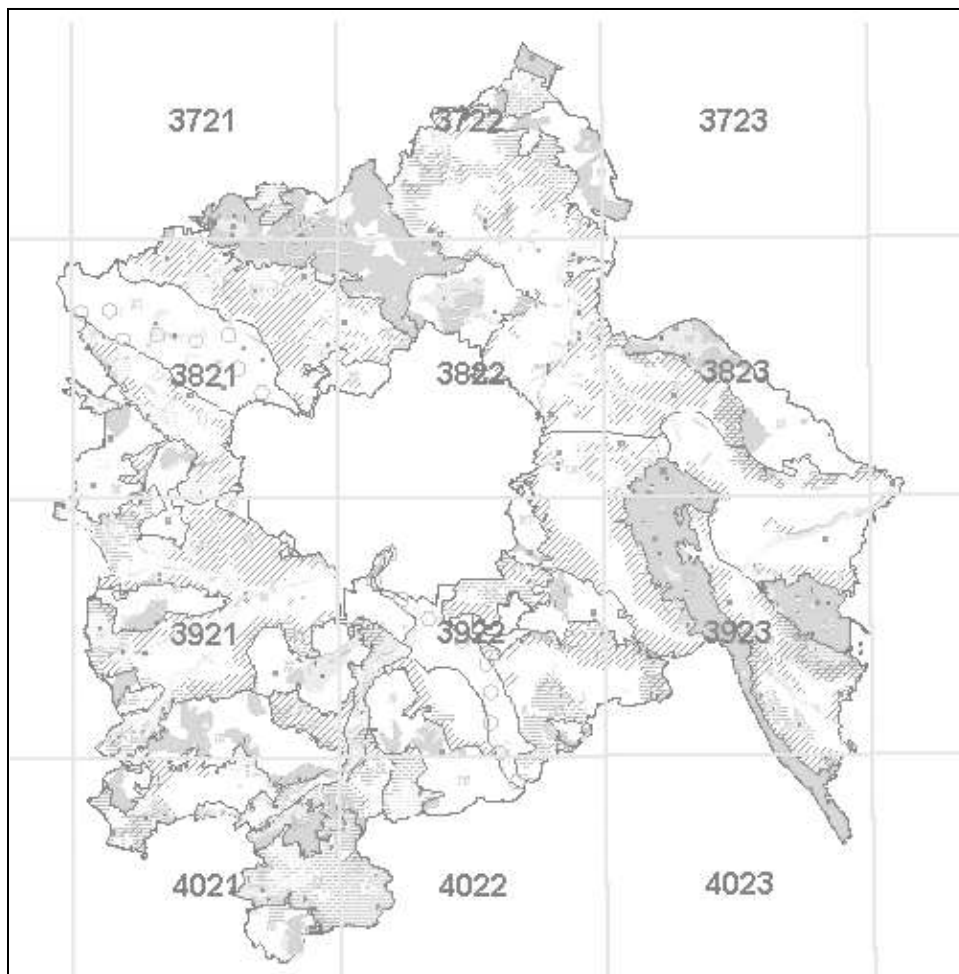


Abbildung 5: Überblick über den Landkreis Hameln-Pyrmont

Trotz der scheinbaren Ähnlichkeiten von Internet und CD-ROM sind jedoch einige erhebliche Unterschiede festzuhalten, die entscheidenden Einfluß auf die Erstellung des Produktes und die damit erreichbare Zielgruppe haben.

Im Rahmen einer Präsentation im Foyer wird am Beispiel eines Ausschnitts aus einem aktuellen LRP demonstriert, wie eine Präsentation auf CD-ROM aussehen könnte und welche Schwierigkeiten bei der Umsetzung auftreten können.

Fallbeispiele für den Einsatz digitaler Bodeninformationen aus Osnabrück

Norbert de Lange

1. Geographische Informationssysteme in der öffentlichen Verwaltung

In vielen Kommunen werden derzeit raumbezogene Informationssysteme zumeist als digitale Fachkaster wie z.B. planungsbezogene Rauminformationssysteme zur Gewerbeflächenplanung oder zur Bauleitplanung sowie z.B. Altlastenkataster oder Bodeninformationssysteme aufgebaut. Zwar können ein Karteikasten, eine Karte oder eine Datenbank auch als „Informationssysteme“ angesehen werden. Jedoch sind Geographische Informationssysteme eindeutig geeigneter, raumbezogene Informationen über Ausschnitte der Erdoberfläche darzustellen und kartographische Informationen und Sachdaten zu koppeln:

Ein Geographisches Informationssystem (GIS) ist ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen bzw. Anwendern besteht. Mit ihm können raumbezogene Daten digital erfasst, gespeichert, verwaltet, aktualisiert, analysiert und modelliert sowie alphanumerisch und kartographisch präsentiert werden.

Diese Definition unterscheidet somit strukturelle und funktionale Komponenten und zielt insbesondere auf Eigenschaften eines ganzheitlichen Systems ab. Die Hardware ist inzwischen der weniger bedeutende Bestandteil eines Informationssystems, obschon durch deren Beschaffung zumeist der erste und anscheinend aufwendigste Schritt zum Aufbau eines Informationssystems getan wird. Demgegenüber wichtiger ist die Software. Die Entscheidung für eine bestimmte Software kann ein Problem oder eine Fragestellung überdauern, zu deren Anlass die Software (zunächst) beschafft wurde. Durch Einführung einer Software wird eine langfristige Systementscheidung getroffen, so dass die Zukunftssicherheit der Software zu beachten ist (u.a. Softwarepflege und Weiterentwicklung).

Wesentlich wertvoller als Hard- und Software sind die digitalen Datenbestände eines Geoinformationssystems. Unterschieden werden Geometriedaten und Fachdaten, wobei Geometriedaten der topographischen Grundlage (u.a. Grundlagenkarten, Katasterkarten, Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems und der Automatisierten Liegenschaftskarte), die auch als Geobasisdaten bezeichnet werden, und Geometriedaten der Fachdaten (z.B. Lage, Form, Größe einer Altlast oder Fachpläne wie FNP, BP) vorliegen. Fachdaten können u.a. sozio-ökonomische Daten, Liegenschaftsdaten, Planungsdaten (z.B. Festsetzung im FNP) oder Sachdaten in einem Baum- oder Altlastenkataster umfassen. Die Daten können mehrere Generationen von Software wie auch von Mitarbeitern überdauern. Hieraus ergibt sich die zwingende Notwendigkeit, die Daten eindeutig zu dokumentieren und neben den eigentlichen Fachdaten zugehörige Metadatenbestände aufzubauen (u.a. mit Angaben zur Herkunft der Daten, zum Anlass der Datenerhebung, mit Beschreibung der eingesetzten Methodik der Datengewinnung und mit Angaben zur Datenqualität).

Letztlich bilden aber die Anwender mit ihren Anwendungen den wertvollsten Bestandteil eines Geoinformationssystems. So werden die Software wie auch die Daten erst durch Anwender in Wert gesetzt, die Aufgaben bearbeiten, die den Einsatz eines Geoinformationssystems erfordern und insbesondere

den großen technischen Aufwand rechtfertigen. Somit muss gewährleistet sein, dass die potenziellen Anwender das GIS für ihre Aufgaben nutzen. Dies impliziert eine Schulung und Weiterbildung in GIS sowie in der Einführungsphase auch eine gewisse Doppelbelastung der Mitarbeiter, da zu den bisherigen Aufgaben zeitlich parallel und zumeist ohne Entlastung die Einarbeitung in eine neue Technologie hinzukommt. Vor allem setzt ein erfolgreicher Einsatz von Geoinformationssystemen die Akzeptanz der Mitarbeiter voraus.

Geoinformationssysteme verarbeiten Informationen über Raumeinheiten oder Geoobjekte wie z.B. Standorte von Bäumen (Baumkataster) oder Bohrpunkte, Versorgungsleitungen (Leitungskataster) oder Straßenzüge, Vegetationsflächen (Biotopkataster) oder Gewerbeflächen. Zusätzlich zu den interessierenden Informationen (z.B. Besitzer der Gewerbefläche, Ausweisung als GI-Gebiet) besitzen die Raumeinheiten weitere geometrische und topologische Informationen: Lage, Größe, Umfang, Nachbarschaft, Überlagerungen. Insbesondere kann ein Geoinformationssystem als ein digitales Modell der realen Welt verstanden werden. Dabei werden im allgemeinen mehrere Informationsschichten wie das Straßennetz, Liegenschaftsinformationen, Altlastenverdachtsflächen oder die Flächennutzungen gebildet, die im Geoinformationssystem beliebig übereinander gelegt und ausgewertet werden können:

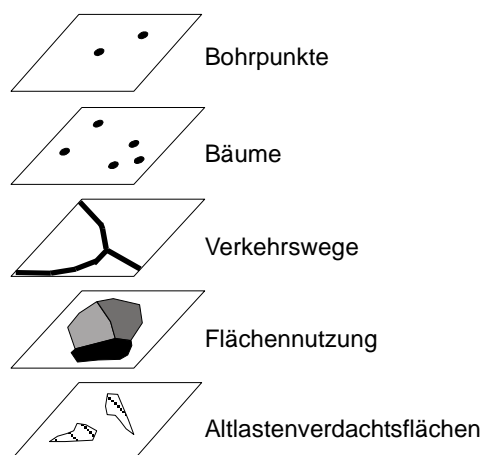


Abb. 1: Aufbau eines Geoinformationssystems mit mehreren Informationsebenen

Das Geoinformationssystem ermöglicht verschiedene Sichten auf den Datenbestand und Auswertungen. Die häufigsten Aufgaben eines Geoinformationssystems bestehen in Visualisierungen und Abfragen der Datenbestände. So werden verschiedene Funktionen zum Darstellen von Sach- und Geometriedaten am Bildschirm angeboten (u.a. Anzeigen und Ausblenden von Informationsschichten, Verschieben und Vergrößern bzw. Verkleinern, Fenstertechnik). Insbesondere muss eine kartographische Ausgabe möglich sein. Zur Auswertung werden in der Praxis zumeist Suchbedingungen gebildet, die sich allein auf die Attribute beziehen. Dann können z.B. sämtliche Rotbuchen in einem Baumkataster gesucht werden, die in einer städtischen Grünanlage stehen. Ein Geoinformationssystem markiert den „Treffer“ in der digitalen Karte am Monitor. Ebenso müssen durch Anklicken eines Objektes in einer digitalen Karte am Monitor mit der Maus die verfügbaren Informationen über dieses Objekt abgerufen werden können. Durch die Verknüpfung der Graphik mit Sachdaten muss eine räumliche Orientierung und Zuordnung von Sachinformationen möglich sein.

Ein Geoinformationssystem muss numerische und statistische Funktionen bereitstellen, um die Sachdaten oder die Geometrie der räumlichen Objekte auszuwerten (u.a. Berechnung von Mittelwert oder von Länge, Umfang, Flächeninhalt). Insbesondere muss ein Geoinformationssystem im Gegensatz zu einem CAD-System oder einem kartographischen System räumliche Analysefunktionen bieten. Dann können Pufferzonen z.B. entlang von Gewässern oder um Altlastverdachtsflächen generiert werden. Durch Überlagern und Verschneiden mehrerer Informationsebenen können z.B. räumliche Durchschnitte gebildet und dadurch neue Informationen erzeugt werden (z.B. Art der Nutzungen in einer definierten Umgebung einer Altlastenverdachtsfläche). Gegenüber den einfacheren Datenabfragen und den Visualisierungen werden in der Praxis bzw. in der täglichen Arbeit in einer Behörde diese räumlichen Analysefunktionen relativ selten eingesetzt. Komplexe Auswertungen erfolgen häufig in Kooperation mit externen Fachleuten.

Ein Geoinformationssystem muss Funktionen zur Erfassung und Fortführung raumbezogener Daten besitzen. Hierzu gehört vor allem die Digitalisierung von analogen Vorlagen wie Zeichnungen oder Karten sowie zur Eingabe von Vermessungsdaten, um hieraus geometrische Informationen aufzubauen (u.a. Lage von Flurstücksgrenzen). Ferner müssen Software-Werkzeuge zur Aufbereitung der Geometriedaten vorliegen (u.a. Kopieren oder Löschen, aber auch Verschieben von Linien oder Punkten, Auftrennen oder Verbinden von Linien, Erstellen der Rechtwinkligkeit, Parallelität oder Geradlinigkeit von Linien). Zu dieser Funktionsgruppe gehören auch Möglichkeiten, die Geometriedaten gleich bei der Digitalisierung in einem speziellen Koordinatensystem (z.B. Gauß-Krüger-Koordinaten) zu erfassen oder später in beliebige Koordinatensysteme zu transformieren (z.B. nach UTM). Dabei werden Fortführung und Pflege der Datenbestände im Regelfall beim Anwender also z.B. auch in der öffentlichen Verwaltung erfolgen. Die Ersterfassung von Daten oder der Aufbau größerer Datenbestände geschehen zumeist mit Hilfe externer Datenlieferanten. Dies hebt die wichtige Bedeutung der Datenschnittstellen hervor.

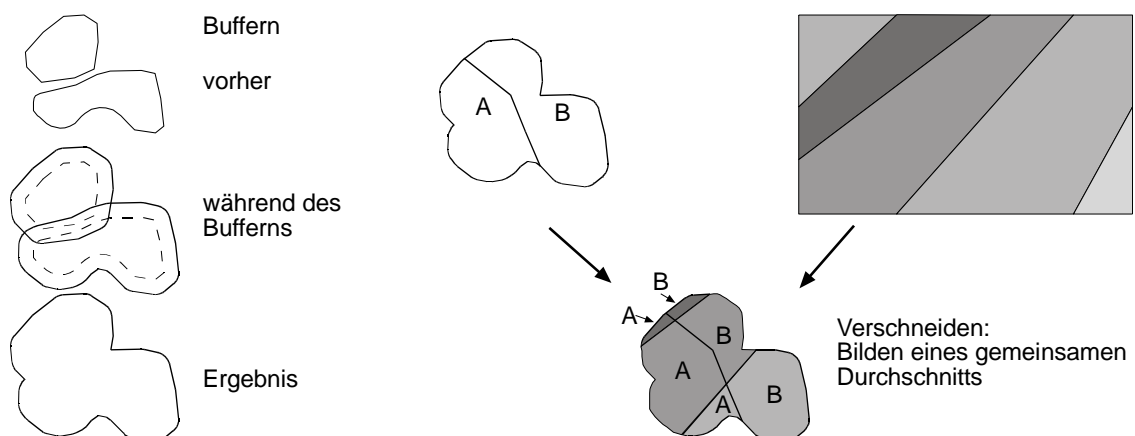


Abb. 2: Räumliche Analysefunktionen in einem Geoinformationssystem

2. Informationssystem Altablagerungsstandorte der Stadt Osnabrück

Vor dem Hintergrund der aufgezeigten strukturellen wie auch funktionalen Komponenten eines Geoinformationssystems vollzieht sich der Aufbau des digitalen Informationssystems Altablagerungsstandorte der Stadt Osnabrück, das als Fachanwendung eines Geoinformationssystems im Rahmen des Kommunalen Umweltinformationssystems der Stadt Osnabrück realisiert ist:

An digitalen Geobasisdaten stehen über das Umweltinformationssystem der Stadt Osnabrück u.a. das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS), die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK), der Digitale Stadtplan, Deutsche Grundkarten, die als digitale Rasterkarten implementiert sind, sowie der digitale Flächennutzungsplan und ein digitales Verzeichnis der Bebauungspläne zur Verfügung. In der Fachanwendung selbst sind sämtliche Altablagerungsstandorte der Stadt Osnabrück digital aufbereitet. Die Abbildungen 3 bis 4 zeigen Teilsichten auf den Datenbestand. Allerdings ist hier die Erarbeitungsphase mit einem Desktop-Geoinformationssystem festgehalten, die in Kooperation mit der Universität Osnabrück erfolgte.

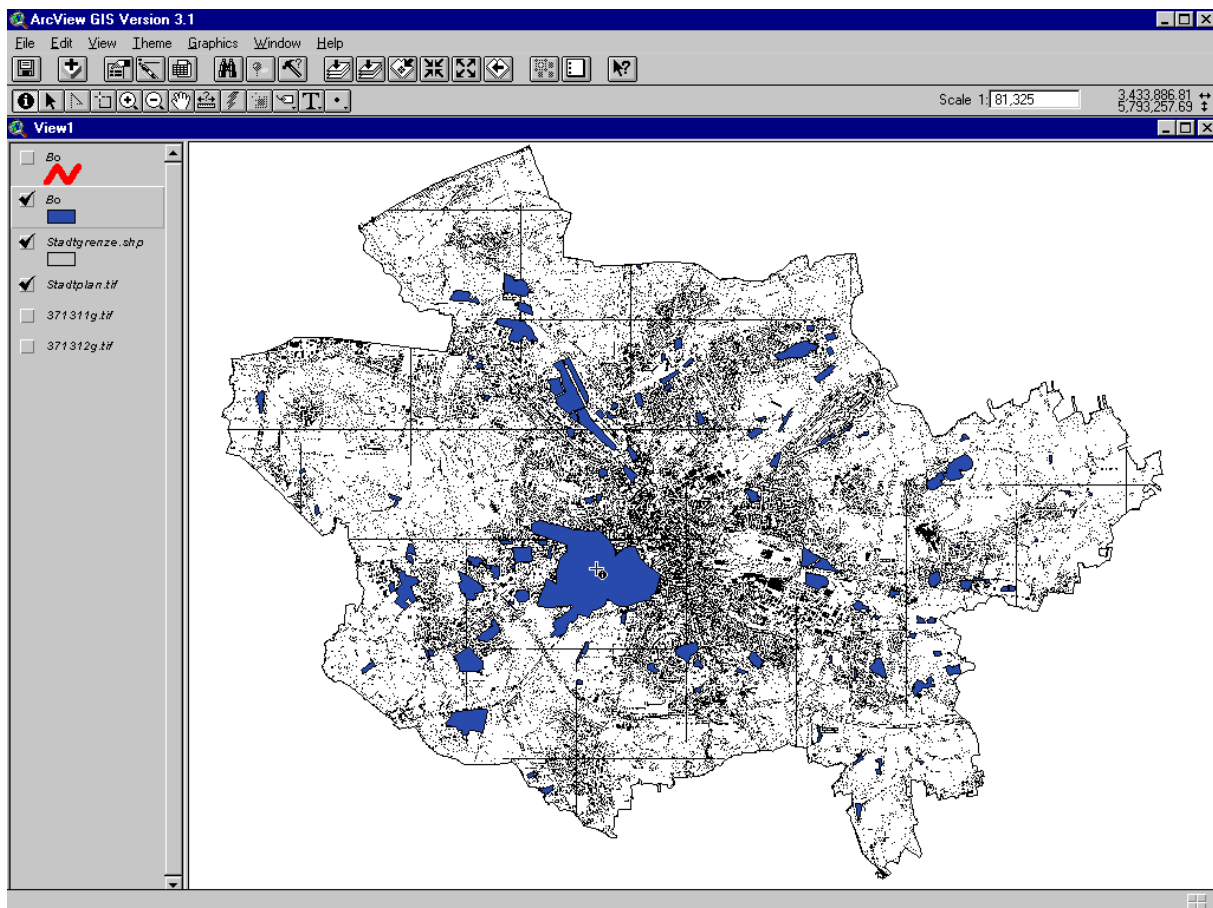


Abb. 3.: Erfassung der Altablagerungsflächen in Osnabrück (Stand 1998)

Der Datenerfassung lag für jeden Altablagerungsstandort ein Datenblatt mit einer Lageskizze vor. In Kopien von Ausschnitten der Deutschen Grundkarte (mit wechselndem Maßstab) waren die Grenzlinien der Altablagerungen eingezeichnet. Allerdings waren nur wenige Daten zu den Standorten selbst vorgegeben. Zur Identifizierung lagen lediglich zwei Kennungen vor: Katasternummer der Stadt Osnabrück, Katasternummer des Landes Niedersachsen. Diese analogen Kartenskizzen waren aber für

eine direkte Digitalisierung der Grenzlinien der Altablagerungsstandorte mit Hilfe eines Digitalisier-tableaus nicht geeignet. So war nicht immer ein eindeutiges räumliches Bezugssystem herzustellen. Häufig fehlten in den Vorlagen Passkreuze mit bekannten Koordinaten. Teilweise lagen Randangaben vor, aus denen aber nur ansatzweise Passer errechnet werden konnten. Ferner ließen Verzerrungen der Vorlagenkarte (z.B. infolge des Kopiervorgangs oder altersbedingt) eine direkte Abdigitalisierung nicht sinnvoll erscheinen. Die eingezeichneten Grenzlinien waren vor allem nicht vermessungstechnisch aufgenommen worden. Die Eintragungen in den Vorlagenkarten orientierten sich vielmehr an Kartenelementen der Deutschen Grundkarte.

Genau diese Kartenelemente sind auch in der digitalen Version der Deutschen Grundkarte (Rasterdaten) vorhanden, so dass eine Identifizierung der Altablagerungen möglich war. Die digitale Deutsche Grundkarte wurde dazu als Hintergrundbild am Monitor dargestellt. Diese Rasterdaten sind georeferenziert und besitzen somit ein eindeutiges räumliches Bezugssystem (Gauß-Krüger-Koordinaten). Die Erfassung der Grenzlinien der Altablagerungsstandorte erfolgte am Bildschirm dadurch, dass zunächst Grenzlinien von Altablagerungen in der analogen Karte betrachtet und anschließend in der digitalen Karte am Bildschirm auf der Basis der weiteren Kartenmerkmale identifiziert wurden. Diese Linienstrukturen wurden schließlich am Bildschirm mit Methoden des Geoinformationssystems nachgeführt (sog. On-Screen-Digitizing).

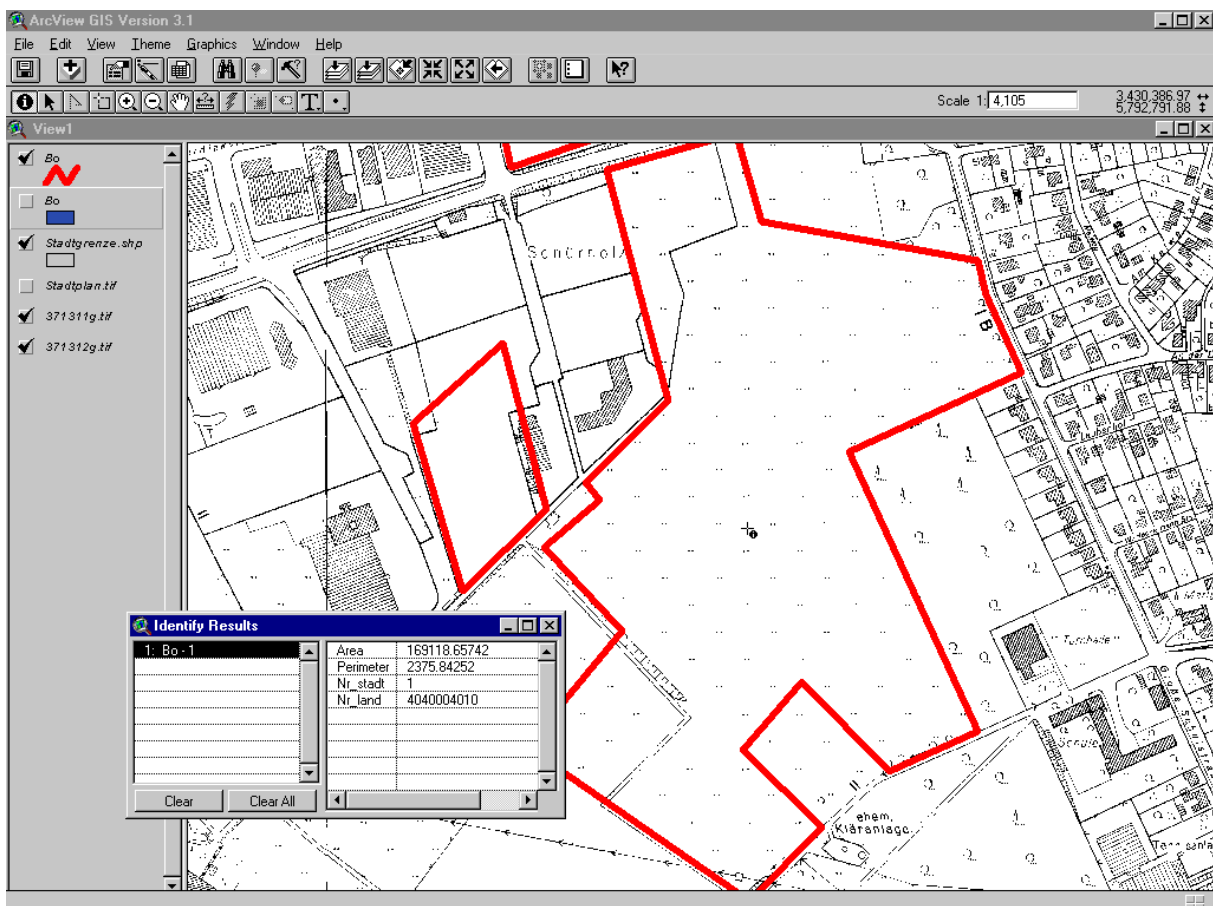


Abb. 4: Erfassung der Altablagerungsflächen in Osnabrück (Stand 1998), Teilausschnitt

Herauszustellen ist somit, dass keine vermessungstechnische Aufnahme der Standorte erfolgte. Eine exakte Erfassung der Altablagerungsflächen und deren räumliche Ausdehnung sind zudem aufgrund der Beschaffenheit des Untersuchungsgegenstands generell nur schwer möglich. Die in den Abbildungen wiedergegebenen Grenzen geben somit eine Genauigkeit vor, die tatsächlich nicht vorliegt bzw. in der Realität nicht vorliegen kann. Insofern entspricht die hier vorgestellte Methode der Genauigkeit der Geoobjekte. Vor allem war hierdurch die schnelle Umsetzung der analogen Datenbestände (überhaupt) gewährleistet. Letztlich ist darauf hinzuweisen, dass die Abbildungen keine Altlastenstandorte, sondern nur Altablagerungen kennzeichnen. Erst die Sachdaten, die diesen Flächen hinterlegt sind, geben Auskunft darüber, ob es sich hierbei um Altlastenverdachtsflächen oder Altlasten handelt.

Diese Metadaten, die die Fachdaten ergänzen, sind zur Beurteilung der Datenqualität unerlässlich. Zu hoffen ist, dass bei der Auswertung der Datenbestände in verschiedenen fachlichen Zusammenhängen diese Informationen berücksichtigt werden. In der Praxis besteht häufig die Gefahr, die digitalen Daten „als gegeben“ auszuwerten, ohne dass Möglichkeiten und Grenzen von Auswertemöglichkeiten infrage gestellt werden.

Inzwischen ist das System fortgeschrieben, wobei Korrekturen und Ergänzungen vorgenommen wurden. Die derzeitige Realisierung des Fachkatasters umfasst den Nachweis der Altablagerungsstandorte und die räumliche Verortung, die Angabe einer Katasternummer der Stadt Osnabrück und einer Katasternummer des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung und den derzeitigen Untersuchungsstand. Das Kataster enthält keine Untersuchungsergebnisse und keine Konkretisierungen (u.a. Detailpläne, Gutachten). Die Aufnahme dieser Daten ist in einer weiteren Ausbauphase vorgesehen.

Das Fachkataster ist als Intranet-Anwendung im Rahmen des Kommunalen Umweltinformationssystems der Stadt Osnabrück realisiert. Ein leichter Zugriff auf das Fachkataster ist somit möglich. Besondere Kenntnisse der Handhabung von Geoinformationssystemen sind nicht notwendig. Die Nutzer müssen lediglich in der Lage sein, einen üblichen Internet-Browser zu bedienen. Gerade diese einfache Handhabung führte zu einer hohen Akzeptanz der Intranetlösung und einer starken Nutzung des Systems. Die sonst bei der Einführung eines komplexen digitalen Informationssystems zu beobachtenden Adaptionsschwierigkeiten traten nicht auf. Insofern ist die Umsetzung dieser Fachanwendung als ein voller Erfolg zu kennzeichnen.

3. Anwendungen

Gegenüber der hohen Benutzerfreundlichkeit liegt allerdings nur ein relativ geringer Informationsgehalt vor. So werden im Rahmen der Intranetlösung die Altablagerungsstandorte zusammen mit den Flurstücken der Automatisierten Liegenschaftskarte, mit dem Baulückenkataster und mit dem Verzeichnis der Bebauungsplannummern angeboten. Die Intranetlösung ermöglicht eine einfache und schnelle Navigation und Suche durch die Datenbestände sowie die anschließende Visualisierung. Darüber hinaus sind auch Buffergenerierung und einfache Verschneidungen möglich. So kann z.B. schnell herausgefunden werden, ob sich eine bestimmte Baulücke, die zur Bebauung ansteht, in der Umgebung einer Altablagerung liegt.

Hauptsächliche Anwendungen des Informationssystems Altablagerungsstandorte sind:

- Grundinformation für Planer und Bürgeranfragen
- Aufstellung und Veränderung von Bebauungsplänen
- Bauanträge
- Erstellen des Flächennutzungsplans (Beiblatt, Detailpläne für Flächen größer 5000 qm).

Eine wichtige Anwendung der Fachdaten bzw. der Geobasisdaten erfolgte bei der Erstellung einer digitalen Bodenkonzeptkarte. Die Ziele waren, relevante und zu interpretierende Bodeninformationen für den kommunalen Umweltschutz abzuleiten und Räume bzw. Flächen zu ermitteln, die durch gleiche Faktoren der Bodenbildung oder Bodenentwicklung gekennzeichnet sind. Die Erstellung der Konzeptbodenkarte für Osnabrück wurde von einem Ingenieurbüro durchgeführt, das in einem Geoinformationssystem fünf Datenebenen zusammenstellte bzw. aufbereitete:

- ATKIS DLM/1 (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem)
- Bodenkarten 1:25.000 (nur für Freiflächen)
- Bodenübersichtskarten 1:50.000
- Geologische Karten 1:25.000 (nur östl. Stadtgebiet)
- Informationen zu anthropogen veränderten Böden und Standorten (Altablagerungen, Auffüllungsbereiche, Bergbaubereiche)

Die Verschneidung dieser Informationsebenen erbrachte in einem ersten Arbeitsschritt ca. 33.500 Einzelflächen mit ca. 8.000 Faktorenkombinationen, so dass in einem zweiten Arbeitsschritt eine Aggregation notwendig wurde. Dabei erfolgte hauptsächlich durch Zusammenfassen von 83 zu 49 Bodentypen bezüglich der Bodenkarten, von 32 zu 24 Nutzungstypen bezüglich ATKIS sowie durch Ausschluss von Flächen kleiner 625 qm eine Reduktion auf 624 Faktorenkombinationen. Im Ergebnis liegt eine erste Konzeptbodenkarte vor, die flächendeckend bodenkundliche Basisinformationen für das Stadtgebiet von Osnabrück zur Verfügung stellt.

In den nächsten Arbeitsschritten muss eine weitere Aggregation der immer noch zu zahlreichen Faktorenkombinationen erfolgen. Ferner ist eine empirische Überprüfung der Ergebnisse für anthropogen überprägte Standorte beabsichtigt.

4. Ausblick

Mittelfristig ist der Aufbau eines Gesamtsystems Altablagerungen geplant, das das derzeitige Informationssystem fortführt. Durch Aufnahme von Gutachten, von Untersuchungsergebnissen und auch der derzeitigen Nutzungen sollen Konkretisierungen erfolgen. Ferner soll das Altstandortkataster integriert werden, das u.a. aus einer Gewerbeaktei besteht. Hierin sind die in den letzten hundert Jahren in Osnabrück ansässigen Gewerbebetriebe zusammen mit Informationen über den Einsatz gefährdender Stoffe erfasst.

Ferner sind komplexe Analysen im Rahmen des Kommunalen Informationssystems beabsichtigt. Nach Aufbau eines genauen Digitalen Geländemodells für das gesamte Stadtgebiet von Osnabrück (2,5 m bis 5 m Rasterweite) ist eine dreidimensionale Darstellung von Altablagerungen geplant, so dass zusammen mit der Auswertung von Beprobungen ein Abschätzen der Mächtigkeit von Altlasten möglich wird. So soll ein Verschneiden mit dem Grundwasserspiegel und der digitalen Grundwasserempfindlichkeitskarte erfolgen.

5. Quellen

Lange, N. de (1998): Digitale Erfassung von Altablagerungsstandorten und Aufbau eines Informationssystems „Altablagerungen“ im Umweltamt der Stadt Osnabrück. Osnabrück: Fachgebiet Geographie.

Lange, N. de (2002): Geoinformatik in Theorie und Praxis. Berlin: Springer.

Für die mündliche Auskunft zum Aufbau des Bodeninformationssystems der Stadt Osnabrück möchte ich mich bei Herrn Dipl. Geogr. S. Düyffcke herzlich bedanken.

Darstellung und Bewertung digitaler Bodenbelastungskarten am Beispiel der Stadt Hagen

Kirsten Rehbein

1. Einleitung

Die Zielsetzung bei der Erstellung digitaler Bodenbelastungskarten (d-BBK) ist die flächenhafte Aussage zur Bodenbelastung auf Grundlage punktbezogener Messwerte. Erreicht werden soll dieses Ziel durch eine Schätzung der Bodenbelastung zwischen den Messpunkten anhand einer Interpolation der Messwerte.

Als wesentliche Einflussfaktoren der Bodenbelastung gelten sowohl interpolierbare als auch nicht interpolierbare Einflüsse. Als nicht interpolierbare Faktoren sind das Ausgangssubstrat (geogener Anteil), der Nutzungseinfluss und der Überschwemmungseinfluss zu nennen. Die regionalen und lokalen Immissionen dagegen können interpoliert werden.

Unterschieden wird bei der Erstellung der d-BBK in den Außen- und in den Siedlungsbereich. Für den Außenbereich existiert seit Ende des Jahres 2000 ein „Leitfaden zur Erstellung digitaler Bodenbelastungskarten – Teil 1: Außenbereich“ herausgegeben vom Landesumweltamt NRW. Wie eine Bodenbelastungskarte im Siedlungsbereich zu erstellen ist, wird zur Zeit noch in 3 Pilotprojekten des Landes NRW (Duisburg, Düsseldorf, Wuppertal) getestet. Das zentrale Problem ist die Frage, inwieweit auch im Siedlungsbereich von einer stetigen Verteilung der Bodenbelastung – bedingt durch Immission – ausgegangen werden kann, oder ob punktuelle Belastungen überwiegen, die keiner regelhaften Verteilung unterliegen.

Das im Mai 2000 verabschiedete Landesbodenschutzgesetz des Landes NRW formuliert, dass zur Erfassung von Verdachtsflächen auf schädliche Bodenveränderungen für die Gebiete der Städte und Gemeinden Bodenbelastungskarten erstellt werden können.

Als relevante Parameter für die Bodenbelastung werden die Schwermetalle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), polychlorierte Biphenyle (PCB) und teilweise Dioxine/Furane (PCDD/F) herangezogen.

2. Erstellung digitaler Bodenbelastungskarten für den Außenbereich am Beispiel der Stadt Hagen

Die Erstellung digitaler Bodenbelastungskarten basiert auf einer 2-stufigen Vorgehensweise (vgl. Anhang 1). Geht man davon aus, dass für ein Untersuchungsgebiet bereits ausreichend valide Daten vorhanden sind, können unter Verwendung dieser erste vorläufige Karten erstellt werden. Danach sorgt eine gezielte Messnetzplanung und Probennahme für eine Verdichtung bzw. Vervollständigung des Messrasters, so dass im Anschluss – bei nun ausreichend vorhandenen validen Daten – die endgültigen Bodenbelastungskarten erzeugt werden können. Liegen in einer Kommune keine validen Daten vor, ist eine 1. Probennahme zu Beginn durchzuführen, nach deren Abschluss erst erste vorläufige Karten erstellt werden können, bevor der Verdichtungsschritt eingeleitet wird, der zur Erstellung der endgültigen Karten führt.

Als erster Schritt steht in jedem Fall zunächst die Zusammenstellung und Aufbereitung aller erforderlicher Daten- und Kartengrundlagen an. Darunter fallen zum einen die bereits angesprochen vorhandenen Punktdaten und zum anderen Informationen über geogene Ausgangssubstrate, Realnutzung,

Überschwemmungsgebiete, Altlasten(verdachts)flächen, Klärschlammflächen, Emittenten und die topographischen Grundlagenkarten (DGK5, TK25). Die geogenen Ausgangssubstrate dienen als Grundlage für die Erstellung einer Karte der oberflächennahen Gesteine, in welcher die Stoffgehalte der einzelnen Ausgangssubstrate mittels einer Clusteranalyse zu oberflächennahen Gesteinen zusammengefasst werden, um die Anzahl der im weiteren Verfahren zu bildenden homogenen Raumeinheiten zu reduzieren. Die Informationen über die Realnutzung (relevante Nutzungen für den Außenbereich sind Acker, Grünland, Wald) und die Überschwemmungsgebiete werden ebenfalls in einer Grundlagenkarte aufbereitet, um im weiteren Verlauf zur Verfügung zu stehen.

Der 2. Schritt besteht in der Validierung der vorhandenen Punktdaten. Damit ein Datensatz verwendet werden kann, muss er einige Mindestanforderungen erfüllen:

- Angaben zur Untersuchungsfläche (Gauss-Krüger-Koordinaten, Nutzungsart)
- Angaben zur Probennahme (Probennahmejahr, Probennahmefläche, Entnahmetiefe, Mischprobe aus mehreren Einstichen, Probennehmende Stelle)
- Angaben zur Analytik (Aufschluss, Analyseverfahren)
- weitere Informationen zur Fläche wie oberflächennahes Gestein und Überschwemmungseinfluss sind sinnvoll, müssen ansonsten aus Kartengrundlagen im Nachhinein abgeleitet werden

Für die weiteren Bearbeitungsschritte stehen EDV-Bausteine (BBK-Tools) des Landesumweltamtes NRW zur Verfügung.

Als erstes werden alle Proben- und Parameterdaten in das Fachinformationssystem Stoffliche Bodenbelastung (FISStoBo) von NRW überführt, eine Datenbank auf Grundlage von MS-Access. Zur weiteren Verarbeitung wird der Datensatz in einem sog. Datenbankbaustein validiert (d. h. auf seine Vollständigkeit überprüft), neue Faktoren (Durchpausungsfaktoren u.a.) eingetragen und letztlich standardisiert. Diese Standardisierung ist eine notwendige Voraussetzung für die im Anschluss durchgeführte Interpolation im sog. Rasterbaustein, um einen einigermaßen einheitlichen Datensatz zu gewährleisten, der für jede Interpolation Voraussetzung ist. Im Rahmen dieser wird zunächst der Gehalt des geogenen Ausgangssubstrates subtrahiert um anschließend die Werte mit einem eigens errechneten Nutzungs- und Überschwemmungsfaktor zu multiplizieren. Ziel ist ein um diese Einflüsse bereinigter Datensatz.

Die aus dem Rasterbaustein entstandenen und zur Visualisierung in ArcView importierten Arbeits-, Auswertungs- und Ergebniskarten werden im Folgenden am Beispiel der Stadt Hagen erläutert. Abbildung 1 zeigt die 5 verschiedenen Ergebniskarten.

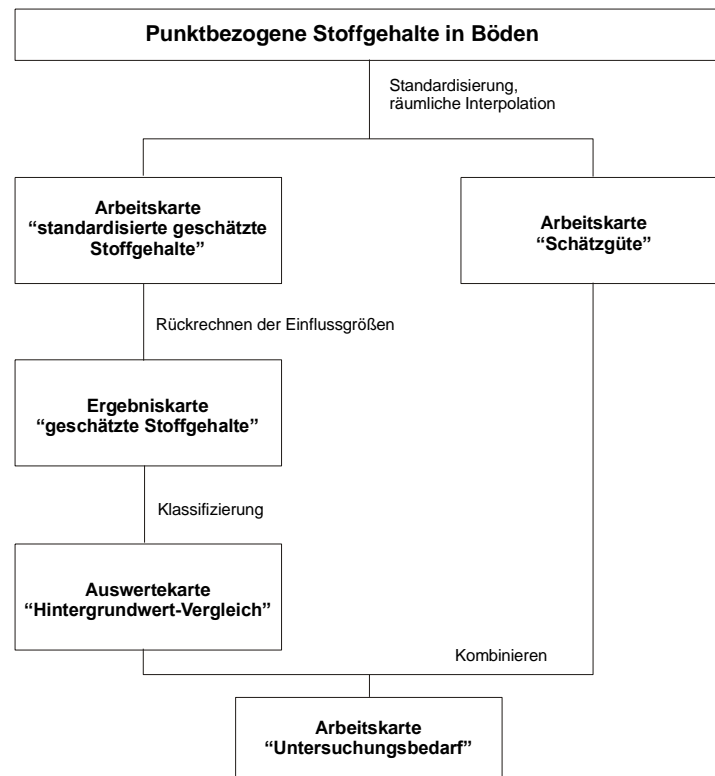


Abbildung 1: Arbeits-, Auswerte- und Ergebniskarten der digitalen Bodenbelastungskarte im Außenbereich (nach LUA 2000)

Für Hagen standen zu Beginn des Projektes 186 alte valide Probennahmepunkte zur Verfügung. Anhand dieser wurden erste vorläufige Karten mit dem Datenbankbaustein und Rasterbaustein erstellt, und auf Grundlage dieser weitere 108 Punkte beprobt.

Nach Interpolation des im Datenbankbaustein (um geogenes Ausgangssubstrat, Nutzung und Überschwemmung) standardisierten Datensatzes stehen die Arbeitskarten „standardisierte geschätzte Stoffgehalte“ (Abb. 2) und „Schätzgüte“ (Abb. 3) – hier am Beispiel von Blei erläutert - zur Verfügung.

Ohne den Einfluss des Ausgangssubstrates, der Nutzung und der Überschwemmung erhält man zunächst eine relativ homogene Karte, ohne größere Schwankungen in den geschätzten Bleigehalten.

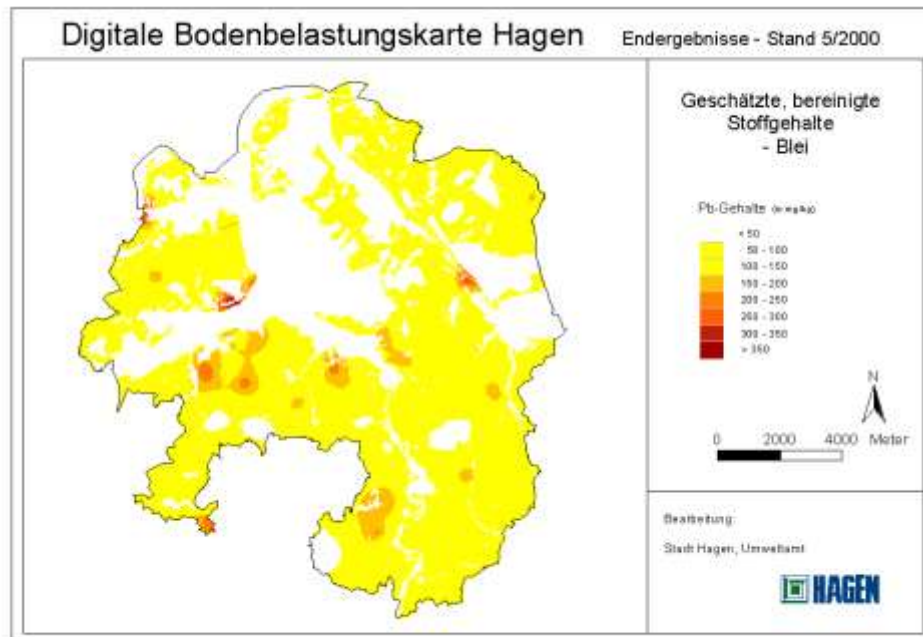


Abbildung 2: Arbeitskarte „standardisierte geschätzte Stoffgehalte“ am Beispiel Blei

Die Karte der Schätzgüte teilt das Stadtgebiet von Hagen in Bereich mit geringer, mittlerer und hoher Schätzgüte der Interpolation ein.

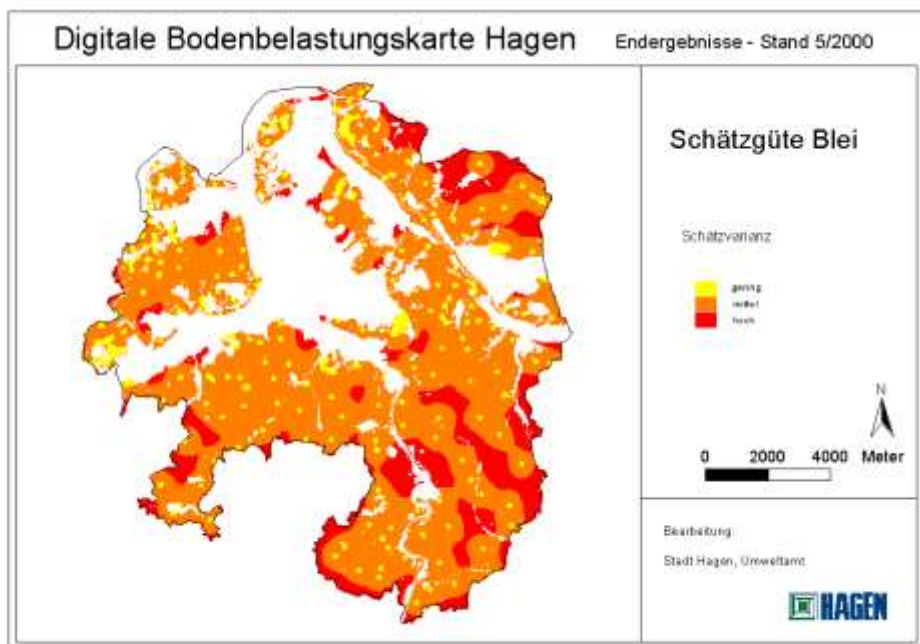


Abbildung 3: Arbeitskarte „Schätzgüte“ am Beispiel Blei

Die Arbeitskarte der standardisierten geschätzten Stoffgehalte kann nun einer Rückrechnung der bereits angesprochenen Einflussfaktoren zur Abschätzung der tatsächlich zu erwartenden Stoffgehalte unterzogen werden. Diese Karte erweist sich durch Überschwemmungseinfluss und Nutzung als wesentlich differenzierter (Abb. 4) und ist somit die entscheidendste der fünf zu erstellenden Karten. Besonders die großflächig in Hagen vorkommenden Waldgebiete weisen vergleichsweise höhere Gehalte durch ihre Filterwirkung auf, als die Nutzungen Acker und Grünland.

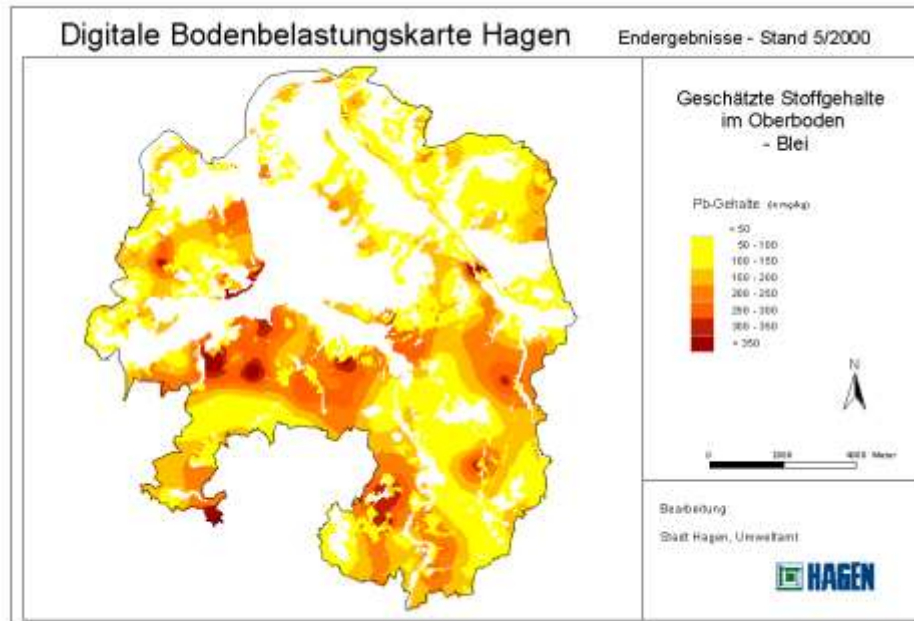


Abbildung 4: Ergebniskarte der „geschätzten Stoffgehalte“ am Beispiel Blei

Die ermittelten Stoffgehalte im Vergleich zu den regionalen Hintergrundwerten sind in Abb. 5 dargestellt. Eine relativ geringe Belastung liegt bei Unterschreitung des 50. Perzentils vor und eine relativ hohe bei Überschreitung des 90. Perzentils.

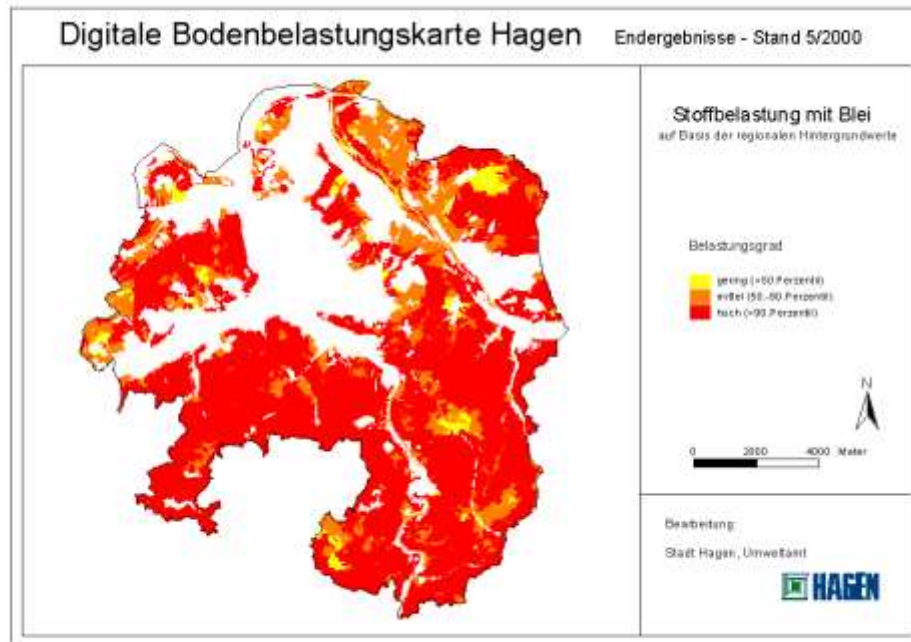


Abbildung 5: Auswertungskarte des „Hintergrundwerte-Vergleichs“ am Beispiel Blei

Die letzte noch ausstehende Karte ist die Karte des Untersuchungsbedarfs (Abb. 6).

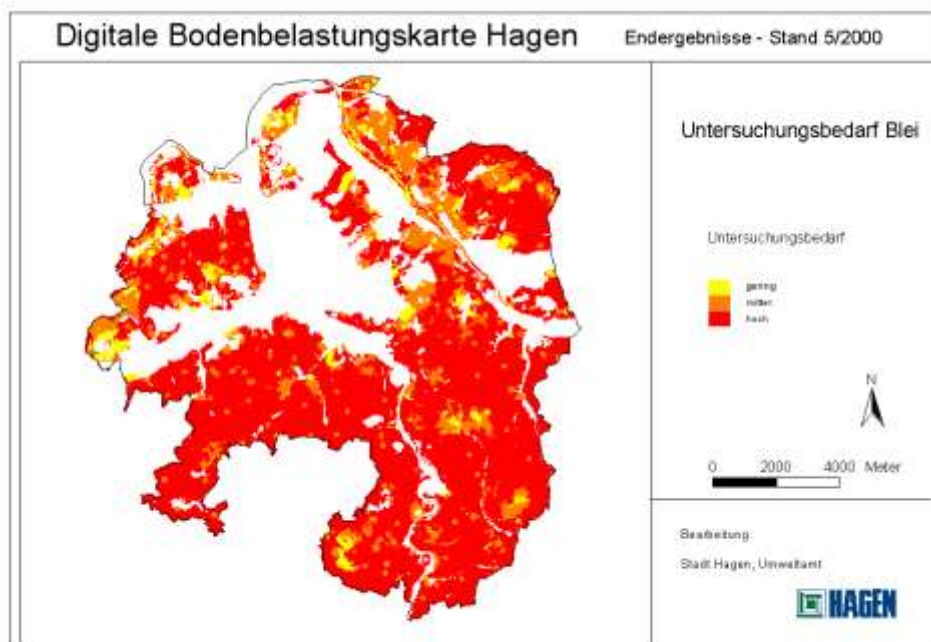


Abbildung 6: Arbeitskarte des „Untersuchungsbedarfs“ am Beispiel Blei

Diese entsteht aus einer Verschneidung der Karte der Schätzgüte und der Karte des Hintergrundwerte-Vergleichs. Eine geringe Schätzgüte und eine hohe Hintergrundbelastung bedingen demnach einen hohen Untersuchungsbedarf. Ein Problem dabei ist allerdings, dass bei Überschreitung der landesweiten Hintergrundwerte, unabhängig von der bereits vorliegenden Untersuchungsichte, grundsätzlich der Fall eines geringen Untersuchungsbedarfs – und somit eines ausreichenden Messrasters – aufgrund programmtechnischer Defizite nicht erreicht werden kann.

Mit Hilfe dieser Karte des Untersuchungsbedarfs wird die Messnetzplanung bei Bedarf für jede einzelne homogene Raumeinheit durchgeführt. Eine homogene Raumeinheit setzt sich aus einem aggregierten oberflächennahen Gestein, einer Nutzung und dem Überschwemmungseinfluss (ja/nein) zusammen. In einer homogenen Raumeinheit sollten zum Schluss mindestens 10 Probennahmestellen oder 1 Probe pro 4 km² liegen. Die entsprechenden Vorgaben für Probennahme und Analytik sind im Leitfaden des Landesumweltamtes enthalten.

Sind letztlich die endgültigen Bodenbelastungskarten erstellt und in einem GIS visualisiert worden, können die geschätzten Stoffgehalte der Ergebniskarte zu diversen Fragestellungen (wie z. B. Hintergrundwerten, Beurteilungswerten) in Beziehung gesetzt werden.

Als ganz wichtiger Arbeitsschritt bei der Erstellung digitaler Bodenbelastungskarten darf die Statistik nicht zu kurz kommen. Dieser Part wird im Leitfaden kaum berücksichtigt.

Um die erstellten Ergebniskarten einordnen und interpretieren zu können, sollten zunächst allgemeine statistische Verfahren (zusammenfassende Statistiken, Häufigkeitsverteilungen, Ausreißertests) durchgeführt werden. Gerade der Häufigkeitsverteilung kommt eine entscheidende Bedeutung zu, da eine (log-)Normalverteilung eines Datensatzes für alle weiteren Auswertungen vorausgesetzt wird. Des weiteren geben die Bausteine des Landesumweltamtes keinen Einblick in die Geostatistik, anhand derer die Interpolierbarkeit eines Datensatzes zu Beginn zu prüfen ist. Weist ein Datensatz keine räumliche Korrelation auf, was mittels Semivariogrammanalyse geprüft werden kann – ist die Voraussetzung für eine Schätzung nicht erfüllt und die Interpolation sollte nicht stattfinden.

Weitere Möglichkeiten zur Auswertung von Datensätzen bieten beispielsweise auch Korrelations- und Regressionsanalysen.

Als Anwendungsbereiche für digitale Bodenbelastungskarten nennt das Landesumweltamt diverse Einsatzgebiete. Hierzu zählt die Ermittlung und Abgrenzung von Gebieten für verschiedene Fragestellungen wie Vorsorgewerten, Hintergrundwerten, geogenen Vorbelastungen oder Verdachtsflächen (vgl. Anhang 2).

3. Plausibilitätskontrolle der Hager Bodenbelastungskarten

Die Intention der Plausibilitätskontrolle bestand darin, im Rahmen der durchgeführten Diplomarbeit zum Thema „Darstellung und Bewertung digitaler Bodenbelastungskarten am Beispiel der Stadt Hagen“ die erstellten Bodenbelastungskarten in Hagen auf ihre Eignung zu prüfen. Zu diesem Zweck wurde ein B-Plan-Gebiet ausgewählt, das sich auf einem - laut BBK - auffälligen Standort befindet. Dessen Probendichte war bereits auf Grundlage der vorliegenden BBK 1 erhöht worden, da unerklärlich hohe Gehalte in diesem Bereich geschätzt wurden. Im Folgenden wird von der Nachbeprobung in diesem Gebiet als BBK 2 gesprochen. Für die Bewertung der Interpolation an diesem Standort wur-

den einige Flächen des B-Plan-Gebietes nach den Vorgaben der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) beprobt und auf Schwermetalle analysiert.

Die zusätzliche Beprobung nach BBodSchV ermöglicht einen Vergleich der ermittelten Flächenwerte mit den geschätzten Ergebnissen der BBK 1 (Probendichte nach LUA) und der BBK 2 (erhöhte Probendichte). Aus den folgenden Abb. 7-9 am Beispiel Blei geht hervor, dass die nach BBodSchV bestimmten Werte immer unterhalb der Dimensionsgrenzen der BBK 1 und BBK 2 liegen. Die BBK 2 zeigt gegenüber der BBK 1 für alle untersuchten Parameter (bis auf eine Ausnahme) die niedrigeren Werte an und stellt somit das realitätsgetreuere Bild dar. Bei allen betrachteten Elementen wird die Abweichung zu den nach BBodSchV ermittelten Werten mit zunehmender Probendichte geringer.

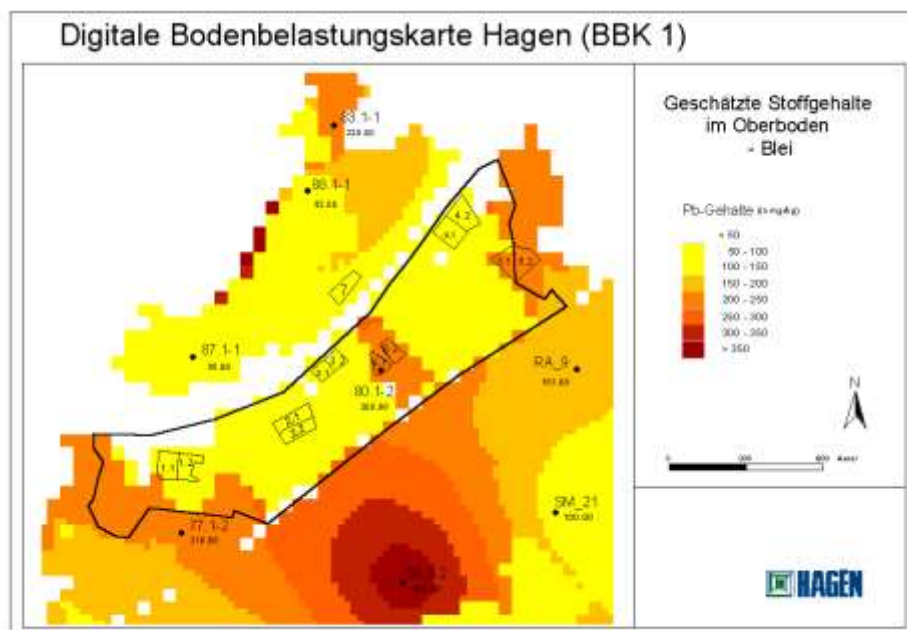


Abbildung 7: Ausschnitt der geschätzten Bleigehalte der BBK 1 mit eingezeichneten Nachbeprobungsflächen nach BBodSchV

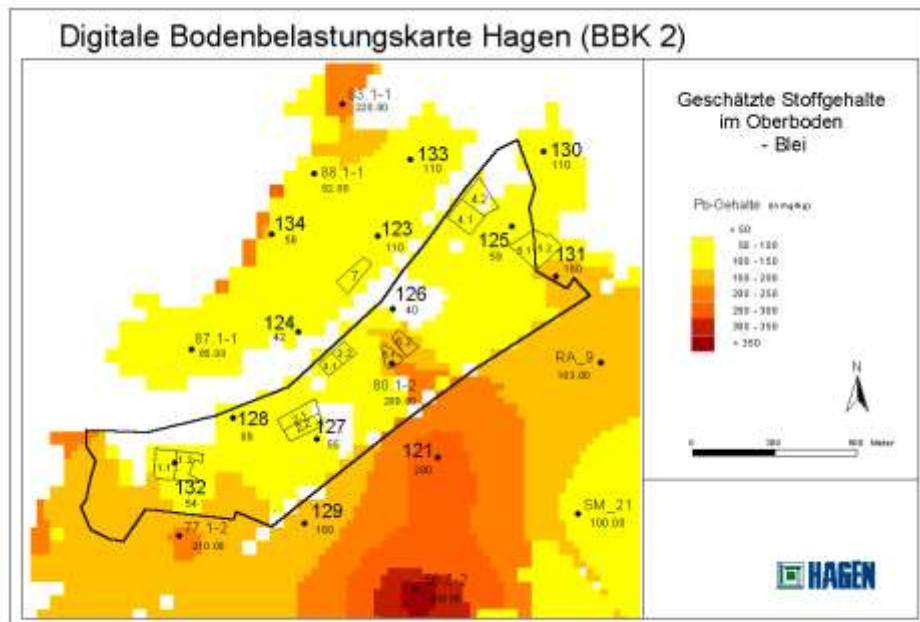


Abbildung 8: Ausschnitt der geschätzten Bleigehalte der BBK 2 mit eingezeichneten Nachbeprobungsflächen nach BBodSchV

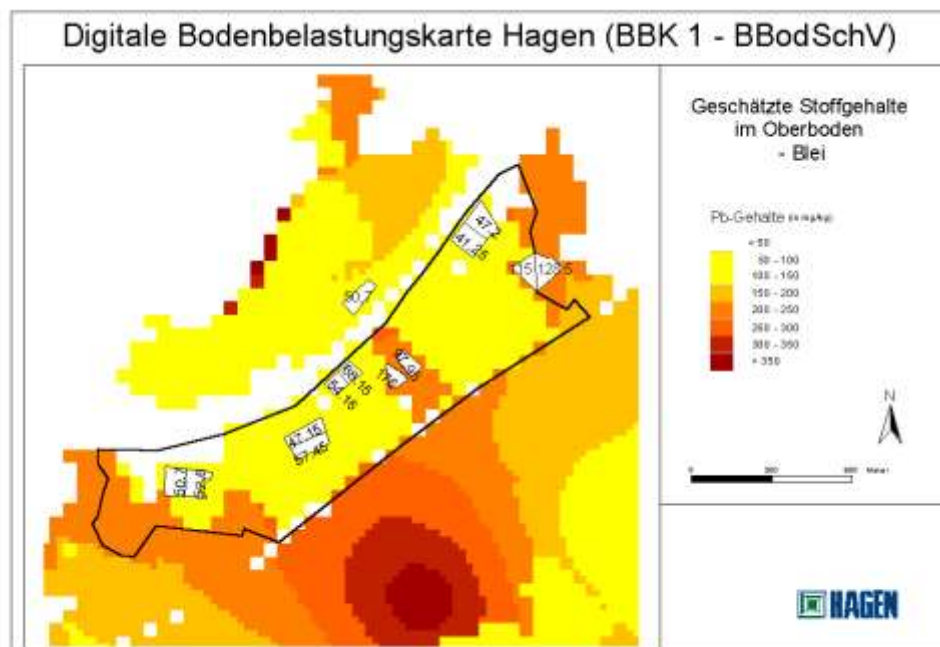


Abbildung 9: Vergleich der geschätzten Bleigehalte der BBK 1 mit den tatsächlich gemessenen Flächengehalten nach BBodSchV

4. Mögliche Ursachen für Abweichungen

Für die oben angesprochenen Abweichungen der geschätzten Gehalte der BBK zu den tatsächlich gemessenen Flächendaten können verschiedene Ursachen in Frage kommen.

Als erstes ist das Problem der Probendichte zu nennen, welches grundsätzlich gegeben und v. a. aus finanziellen Gründen nicht zu optimieren ist.

Als nächstes ist die Klassifizierung und somit Visualisierung der Karten ein nicht zu unterschätzendes Thema. Jeder Anwender hat prinzipiell die Möglichkeit, den visuellen Eindruck der Karte je nach Intention zu manipulieren, so dass es sich teilweise um Scheinabweichungen handelt.

Letztlich gibt es besonders bei den Datenauswertungen im Zuge der Erstellung der d-BBK auch noch einige zu diskutierende methodische Probleme. Zum einen ist die Frage, ob für die Auswertekarte des Hintergrundwerte-Vergleichs die landesweiten oder die lokalen Hintergrundwerte sinnvoller sind. Für die landesweiten, die allerdings nicht für alle Parameter vorhanden sind, spricht die Vergleichbarkeit der Karten angrenzender Kommunen, während Unterschiede innerhalb einer Kommune sich besser über die lokalen Hintergrundwerte veranschaulichen lassen.

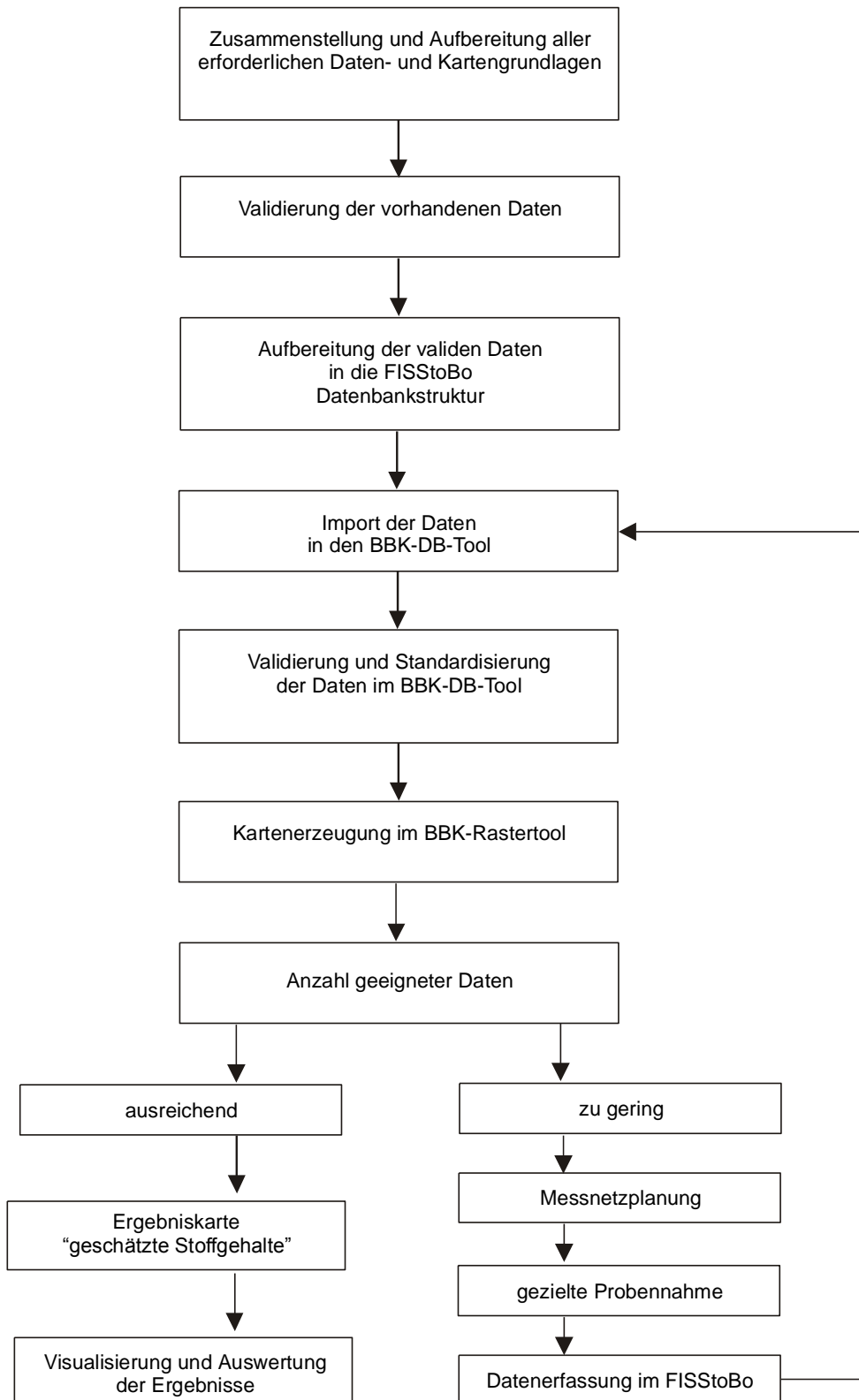
Des weiteren sind die diversen Faktorenberechnungen im Zuge der Standardisierung noch methodisch nicht abschließend geklärt. Hierbei handelt es sich um die Ermittlung der Durchpausungsfaktoren, Überschwemmungsfaktoren und von Nutzungsfaktoren, deren weitere Erläuterung an dieser Stelle jedoch zu sehr ins Detail ginge.

5. Fazit

Digitale Bodenbelastungskarten liefern Anhaltspunkte auf Bodenbelastungen für das gesamte Untersuchungsgebiet. Sie sollten nicht als Entscheidungskriterium, sondern als Entscheidungshilfe v.a. im kleinräumigen Maßstab wie der Bauleitplanung eingesetzt werden.

Sie zeigen einen Überblick über die Bodenbelastung im Maßstab von 1:50.000 und sind von daher als Grundlage für zukünftige Planungen anzusehen.

Anhang 1: **Arbeitsschritte zur Erstellung digitaler Bodenbelastungskarten**



Anhang 2:**Anwendungsbereiche und Auswertungskarten digitaler Bodenbelastungskarten**

Anwendungsbereiche	heranzuziehende Auswertungskarten
1. Abgrenzung von Gebieten einheitlicher Hintergrundwerte	"Hintergrundwerte-Vergleich"
2. Ermittlung und Abgrenzung von Gebieten, in denen Vorsorgewerte überschritten sind	"Vorsorgewerte-Vergleich"
3. Ermittlung und Abgrenzung von Gebieten im Hinblick auf das Auf- und Einbringen von Materialien nach § 12 BBodSchV	"Vorsorgewerte-Vergleich"
4. Ermittlung und Abgrenzung von Gebieten, die für die Verwertung von Abfällen nach BioAbfV und AbfKlärV geeignet sind	"Vorsorgewerte-Vergleich"
5. Ermittlung und Abgrenzung von Gebieten mit geogenen/ naturbedingt oder siedlungsbedingt erhöhten Stoffgehalten	"geogene Vorbelastung"
6. Beurteilung der stofflichen Bodenbelastung im Einflussbereich von Emittenten (z.B. geplanten Anlagen nach UVPG)	"Hintergrundwerte-Vergleich"
7. Ursachenbezogene Bewertung von Einzelflächen anhand von Hintergrundwerten	"Hintergrundwerte-Vergleich"
8. Ermittlungen zur Erfassung von schädlichen Bodenveränderungen und Verdachtsflächen nach § 5 LbodSchG und deren Abgrenzung	"Verdachtsflächen"
9. Abwägungs- und Kennzeichnungsgrundlage für besonders belastete Böden im Rahmen der Bauleitplanung	"Verdachtsflächen"

Erläuterung der Auswertungskarten:

"Hintergrundwerte-Vergleich": Karte der Gebiete einheitlicher lokaler Hintergrundwerte

"Vorsorgewerte-Vergleich": Karte der Gebiete mit der Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen

" geogene Vorbelastung": Karte der Gebiete mit geogen/ naturbedingt erhöhten Schadstoffgehalten

"Verdachtsflächen": Karte der Flächen mit dem Verdacht schädlicher Bodenveränderungen

Identifikation schutzwürdiger Böden: Vergleich von Detailkartierung und digitaler Bodenkarte

Gregor von Held & Veit Mueller

1. Schutzwürdige Böden

Als schutzwürdige Böden gelten solche, die besonders wertvoll sind. Dabei werden als Kriterien für die Bewertung die Bodenfunktionen (vgl. auch §2 BBodSchG) herangezogen. Üblicherweise gilt ein Boden als umso schutzwürdiger, je höher seine Leistungsfähigkeit zur Erfüllung der natürlichen Bodenfunktionen oder seine Bedeutung als Archiv einzustufen ist (LEHLE et al. 1995; BLOSSEY et al. 1998; BUNDESVERBAND BODEN e.V. 2001).

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Identifikation schutzwürdiger Böden, wie sie speziell im Rahmen der Landschaftsplanung bedeutsam ist, und zeigt dazu ausgewählte Bewertungs-Beispiele aus dem Landkreis Osnabrück, die auf umfassenden Untersuchungen von v. Held und Mueller (2001) beruhen.

Die Identifikation schutzwürdiger Böden dient dem vorsorgenden Umweltschutz. Dabei sind besonders leistungsfähige Böden vorrangig zu erhalten. Indem alle Böden des zu bearbeitenden Gebietes bezüglich ihrer Fähigkeit zur Erfüllung der einzelnen Bodenfunktionen bewertet werden, ist es möglich, sie relativ zu einander in wertvollere und weniger wertvolle zu ordnen; diese Reihung bezieht sich stets auf einzelne konkrete Bodenfunktionen (Potentiale). Durch die räumliche Darstellung der unterschiedlichen Wertigkeiten der Böden, kann eine Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in Planungen, wie z.B. im Landschaftsrahmenplan (LRP), erfolgen. Die für den Naturschutz wertvollsten weil je nach Bodenfunktion leistungsfähigsten Böden stellen aus der Sicht des Bodenschutzes Vorrangflächen dar. Auf diesen Flächen sollte die Erhaltung der natürlichen Funktionen bzw. der Archivfunktionen Vorzug vor den Nutzungsfunktionen haben.

In der Landschaftsplanung ist für derartige Flächen eine Schutzgebietsausweisung anzustreben.

In Niedersachsen sind nach den Hinweisen der Fachbehörde für Naturschutz zur Aufstellung des Landschaftsrahmenplanes als Böden mit besonderen Werten (vereinfacht) auszugrenzen:

- Böden mit besonderen Standorteigenschaften (Extremstandorte)
- naturnahe Böden
- seltene Böden
- Böden mit naturhistorischer oder geowissenschaftlicher Bedeutung
- Böden mit kulturhistorischer Bedeutung
- Böden mit hoher natürlicher Fruchtbarkeit.

Weiterhin sind folgende Bodenareale mit besonderen Funktionen für die Wasser- und Stoffretention (vereinfacht) kenntlich zu machen:

- Bereiche hoher Gebietsretention (Wasser, Stoffe) mit Dauervegetation
- nicht entwässerte Nieder-, Übergangs- und Hochmoorböden sowie anmoorige Böden
- Überschwemmungsbereiche mit Dauervegetation
- Gewässerrandstreifen mit Dauervegetation in Ackerbaugebieten (MÜLLER et al. 2000).

Um die im Sinne der Landschaftsrahmenplanung leistungsfähigsten Böden zu ermitteln, sind die Böden flächendeckend in ihren Funktionen (Potentialen) zu bewerten. Dabei kommen üblicherweise Methoden der Boden(funktions)bewertung zur Anwendung, i.d.R. empirische Verfahren. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die für die Landschaftsrahmenplanung sog. „wichtigen Bereiche von Böden“, die sich aus dem Naturschutzrecht ergeben und führt mögliche Methoden zur Ausgrenzung dieser schutzwürdigen Böden auf.

Tabelle 1: wichtige Bereiche von Böden und mögliche Kriterien und Methoden zu ihrer Ausgrenzung

wichtige Bereiche mit besonderen Werten oder Funktionen von Böden	Funktionen nach BBodSchG (Teilfunktionen)	Kriterien = prüfbare Bodeneigenschaften	Methoden
Böden mit besonderen Standorteigenschaften (Extremstandorte)	Lebensraumfunktion	Ausprägung der Standorteigenschaften	Biotopentwicklungspotential (OEKO)
naturnahe Böden	natürliche Funktionen	Naturnähe	Auswertung zur Naturnähe
seltene Böden	Archivfunktion	Seltenheit	Auswertung zur Seltenheit
Böden mit naturhistorischer oder geowissenschaftlicher Bedeutung	Archivfunktion (Archiv der Naturgeschichte)	Seltenheit, Intaktheit	Auswertung zur Seltenheit, Auswertung zur Intaktheit
Böden mit kulturhistorischer Bedeutung	Archivfunktion (Archiv der Kulturgeschichte)	Seltenheit, Intaktheit	Auswertung zur Seltenheit, Auswertung zur Intaktheit
Böden mit hoher natürlicher Fruchtbarkeit	Nutzungsfunktion (Produktionsfunktion)	natürliche Fruchtbarkeit	standortbezogenes ackerbauliches Ertragspotential (AEPot)
Bereiche hoher Gebietsretention von Wasser mit Dauervegetation	Bestandteil des Naturhaushaltes (Bestandteil des Wasserkreislaufes)	Wasserspeichervermögen, Infiltrationsvermögen, Vegetation	Ausgleichskörper im Wasserkreislauf, Auswertung zur Vegetation
Bereiche hoher Gebietsretention von Stoffen mit Dauervegetation	Abbau-, Aufbau- und Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen	Filter-, Puffer- und Transformatorvermögen, Vegetation	Filter und Puffer für Schadstoffe, Auswertung zur Vegetation
nicht entwässerte Moor- und Anmoorböden	Bestandteil des Naturhaushaltes (Bestandteil des Wasserkreislaufes)	bodensystematische Einordnung, Naturnähe	Auswertung zu Moor- und Anmoorböden, Auswertung zur Naturnähe
Überschwemmungsbereiche mit Dauervegetation	Bestandteil des Naturhaushaltes (Bestandteil des Wasserkreislaufes)	bodensystematische Einordnung, Vegetation	Auswertung zu Auenböden, Auswertung zur Vegetation

2. Methoden zur Identifikation schutzwürdiger Böden

Die Ausgrenzung schutzwürdiger Böden soll sich in diesem Beitrag beispielhaft auf folgende Werte bzw. Funktionen (fett in Tabelle 1) beschränken: „Böden mit besonderen Standorteigenschaften (Extremstandorte)“, „seltene Böden“ (natürliche Böden) und „Bereiche hoher Gebietsretention von Stoffen mit Dauervegetation“.

2.1 Böden mit besonderen Standorteigenschaften (Extremstandorte)

Als besonders wertvoll im Sinne des Naturschutzes und der Landschaftspflege gelten die sogenannten Extremstandorte auf sehr nassen, trockenen oder nährstoffarmen Böden, weil sie Lebensraum für seltene, meist gefährdete Pflanzengesellschaften („Rote-Liste-Arten“) bieten.

Für die Ermittlung der Böden mit besonderen Standorteigenschaften wurde die Verknüpfungsregel (VKR) 7.8.9 „Biotopentwicklungspotential [OEKO]“ aus der Dokumentation zur Methodenbank des NIBIS (MÜLLER 1997) ausgewählt. Diese Methode wird häufig auch verwendet, um die Lebensraumfunktion des Bodens für Pflanzen (Teilfunktion 1.a nach § 2 BBodSchG) zu beurteilen. Das Verfahren ermöglicht eine direkte Beurteilung von Standortausprägungen hinsichtlich ihres Entwicklungspotentials für schutzwürdige Vegetation.

Zur Bewertung einer Bodeneinheit werden die Standorteigenschaften (Parameter) „bodenkundliche Feuchtestufe (BKF)“, „effektive Kationenaustauschkapazität im effektiven Wurzelraum (KAK_{effWe})“ und der „Pufferbereich“ in eine spezielle Tabelle (Verknüpfungsmatrix, Ökogramm) eingetragen (siehe Tabelle 2). Dadurch ergibt sich für jeden Standort ein ökologisches Profil, das aus einer speziellen Kombination der drei o.g. Parameter besteht und einem Feld im Ökogramm entspricht. Das Ökogramm bietet insgesamt 106 verschiedene Kombinationsmöglichkeiten. Die so ermittelten Kennwerte lassen sich in ein Bewertungssystem einordnen. Dieses ist an mitteleuropäischen Verhältnissen geeicht und ermöglicht eine ordinale Klassifizierung der Kennwerte (Tabelle 2) (BRAHMS et al. 1989).

Tabelle 2: Einstufung des Biotopentwicklungspotentials der Standorte
(geändert nach BRAHMS et al. 1989)

Bodenwasserhaushalt: Bodenkundliche Feuchtestufe (BKF)	Einstufung der Standorte (Wertstufen)									
nass (10)	WS5	WS4	WS5	WS4	WS4	WS4	WS3	WS3	WS4	WS5
stark feucht (9)	WS4	WS4	WS4	WS4	WS3	WS4	WS2	WS2	WS3	WS4
mittel feucht (8)	WS3	WS3	WS3	WS3	WS2	WS3	WS1	WS1	WS2	WS3
schwach feucht (7)	WS3	WS2	WS3	WS2	WS2	WS2	WS1	WS1	WS1	WS3
stark frisch (6)	WS3	WS2	WS3	WS1	WS1	WS1	WS1	WS1	WS1	n.b.
mittel frisch (5)	WS3	WS2	WS3	WS1	WS1	WS1	WS1	WS1	WS1	n.b.
schwach frisch (4)	WS3	WS2	WS3	WS1	WS1	WS1	WS1	WS1	WS1	n.b.
schwach trocken (3)	WS3	WS2	WS3	WS2	WS1	WS2	WS1	WS1	WS1	
mittel trocken (2)	WS4	WS4	WS4	WS3	WS3	WS4	WS2	WS2	WS3	
stark trocken (1)	WS5	WS4	WS5	WS4	WS4	WS4	n.b.	n.b.	n.b.	
dürr (0)	WS5	WS5	WS5	WS4	WS4	WS5	n.b.	n.b.	n.b.	
Nährstoffversorgung: KAK_{effWe} [$kmol_c \cdot ha^{-1} \cdot dm^{-1}$]	nährstoffarm ≤ 300			mittlere Nährstoffversorgung < 300 bis ≤ 600			nährstoffreich > 600			Moore
Bodenchemischer Pufferbereich: pH-Wert	$\leq 4,2$	$< 4,2$ bis $\leq 6,2$	$> 6,2$	$\leq 4,2$	$< 4,2$ bis $\leq 6,2$	$> 6,2$	$\leq 4,2$	$< 4,2$ bis $\leq 6,2$	$> 6,2$	

Die höchsten Wertstufen (WS5 und WS4) erhalten jene Standorte, die sich durch extreme Verhältnisse im Bodenwasserhaushalt, in der Nährstoffversorgung und der Bodenreaktion auszeichnen (sehr trockene, sehr nasse, sehr nährstoffarme, sehr saure oder sehr basenreiche Standorte). Bei diesen Flächen wird davon ausgegangen, dass sich auf ihnen eine höchst spezialisierte schutzwürdige Vegetation ansiedeln kann. In der heutigen Kulturlandschaft sind solche Extremstandorte stark unterrepräsentiert, weshalb aus Sicht des Naturschutzes der Schutz und die Entwicklung solcher Areale Vorrang hat.

Die niedrigsten Wertstufen (WS1 und WS2) erhalten dagegen die sogenannten „Normalstandorte“, auf denen sich infolge ihrer durchschnittlichen Nährstoffausstattung, Bodenreaktion und Wasserversorgung bevorzugt mesophile Pflanzengesellschaften ansiedeln, denen keine naturschutzfachliche

Schutzwürdigkeit zuerkannt wird. Diese Standorte werden in der Kulturlandschaft bevorzugt als Ackerflächen genutzt. Für die in Tabelle 2 mit „n.b.“ (nicht bewertet) bezeichneten Felder ist keine pauschale Einstufung möglich. Die Bedeutung der Wertstufen ist in Tabelle 3 erläutert.

Tabelle 3: Wertstufen des Biotopentwicklungspotentials und ihre Bedeutung

Wertstufe	Bedeutung
WS5	Fläche mit besonderen Standorteigenschaften für die Entwicklung höchst spezialisierter Vegetation (Extremstandort)
WS4	Fläche mit besonderen Standorteigenschaften für die Entwicklung stark spezialisierter Vegetation (Extremstandort)
WS3	Fläche mit Standorteigenschaften für die Entwicklung mäßig spezialisierter Vegetation
WS1 und WS2	Fläche ohne besondere Standorteigenschaften für die Entwicklung spezialisierter Vegetation

2.2 Seltene Böden

Die Seltenheit eines Bodens in einem Untersuchungsgebiet kann aus dem Flächenanteil seiner Verbreitung an der Gesamtfläche beurteilt werden. Als selten gilt in der Regel eine flächenhafte Verbreitung, die einen Anteil von $< 1\%$ am Bezugsraum (Naturraum, Landesfläche) aufweist (MÜLLER et al. 2000). Ausgewertet wurde der prozentuale Anteil der Kombination aus Bodensubtyp und Ausgangsmaterial der Bodenbildung (definiert durch den geologischen Profiltyp) an der Gesamtfläche der jeweiligen Bodenregion im Landkreis Osnabrück („Geest“ bzw. „Schichtstufenlandschaft“), womit die unterschiedliche natürliche Verbreitung von Böden in verschiedenen Naturräumen berücksichtigt wurde.

Tabelle 4 zeigt die Bildung der Wertstufen in Bezug auf die Seltenheit in Abhängigkeit von der flächenmäßigen Verbreitung in der Bodenregion.

Tabelle 4: Einstufung der Seltenheit

Wertstufe	Flächenanteil in der Bodenregion
WS4 und WS5	$< 0,1\%$
WS3	$0,1\% \text{ bis } \leq 1\%$
WS1 und WS2	$> 1\%$

Als besonders wertvoll (Wertstufe WS4 und WS5) wurden somit natürliche Böden eingestuft, deren Verbreitung wegen der ungewöhnlichen, atypischen Kombination von bodentypologischen Merkmalen und Substratmerkmalen in einem Naturraum gering ist (seltene natürliche Böden). Bei dieser Auswertung wurden aus methodischen Gründen die Wertstufen WS4 und WS5 sowie die Wertstufen WS1 und WS2 zusammengefasst und nicht weiter differenziert.

2.3 Bereiche hoher Gebietsretention von Stoffen mit Dauervegetation

Zur Bewertung des Retentionsvermögens von Stoffen wurde das im Leitfaden des Umweltministeriums von Baden-Württemberg beschriebene Verfahren zur Beurteilung der Filter- und Pufferkapazität des Bodens für Schadstoffe (LEHLE et al. 1995) herangezogen.

Für die Einstufung der Leistungsfähigkeit im Hinblick auf die Filter-, Puffer- und Transformatorfunktion werden Bodendaten zur Humus- und Tonmenge, zum Durchschnitts-pH-Wert des Solums und

zur mikrobiellen Aktivität benötigt, die aus Erfassungsparametern der Bodeninventur bestimmt werden.

Aus diesen Eingangsdaten wird zunächst getrennt für die Stoffgruppen „anorganische Schadstoffe“, „organische Schadstoffe“ und „Säuren“ ein jeweils stoffgruppenspezifischer Filter-, Puffer- und Transformatorwert nach Tabelle 5 gebildet.

**Tabelle 5: Klassenwerte für die Filter- und Pufferkapazität bei Schadstoffeinträgen
(nach LEHLE et al. 1995)**

		Schadstoffgruppen									
		anorganische Schadstoffe			organische Schadstoffe			Säuren			
Humus- menge (kg/m²)	Ton-menge (kg/m²)	gewichteter pH-Wert (CaCl₂)			mikrobielles Abbau- vermögen			gewichteter pH-Wert (CaCl₂)			
		< 5,0	5,0-6,0	> 6,0	niedrig	mittel	hoch	<4,2	4,2-5,0	> 5,0	+Carb.
Böden mit Grundwassereinfluß											
< 25	100	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3
	100 - 300	1	3	3	1	2	3	1	2	3	3
	> 300	2	3	4	2	3	3	1	3	3	4
25 - 50	<100	1	1	2	1	1	2	1	1	2	3
	100 - 300	2	3	4	2	3	3	1	2	3	4
	>300	3	4	5	3	3	4	1	3	4	5
50 - 100	<100	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3
	100 - 300	3	4	5	3	4	5	1	3	4	5
	>300	3	5	5	3	4	5	1	3	5	5
> 100	<100	3	4	5	3	4	5	1	1	3	5
Stauwasserböden ohne Haftnässepseudogleye											
< 20	< 100	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3
	100 - 300	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3
	> 300	1	3	4	1	3	3	1	3	3	4
20 - 30	< 100	1	1	2	1	1	2	1	1	2	3
	100 - 300	1	3	4	1	3	3	1	2	3	4
	> 300	2	3	5	2	3	4	1	3	4	5
> 30	< 100	2	2	3	2	2	3	1	1	2	3
	100 - 300	2	3	5	2	3	4	1	3	4	5
	> 300	3	4	5	3	4	5	1	3	5	5
nicht hydromorphe Böden (und Haftnässepseudogleye)											
< 13	< 100	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3
	100 - 300	1	3	3	1	2	3	1	2	3	3
	300 - 450	2	3	4	1	3	3	1	3	3	4
	> 450	3	4	5	2	3	4	2	3	4	5
13 - 25	< 100	1	1	2	1	1	2	1	1	2	3
	100 - 300	2	3	4	2	3	3	1	2	3	5
	300 - 450	3	4	5	3	3	4	1	3	4	5
	> 450	3	5	5	3	4	5	2	3	5	5
> 25	< 100	2	2	3	1	2	3	1	1	3	4
	100 - 300	3	4	5	3	3	4	1	3	4	5
	300 - 450	4	5	5	3	4	5	2	3	5	5
	> 450	4	5	5	4	5	5	2	4	5	5

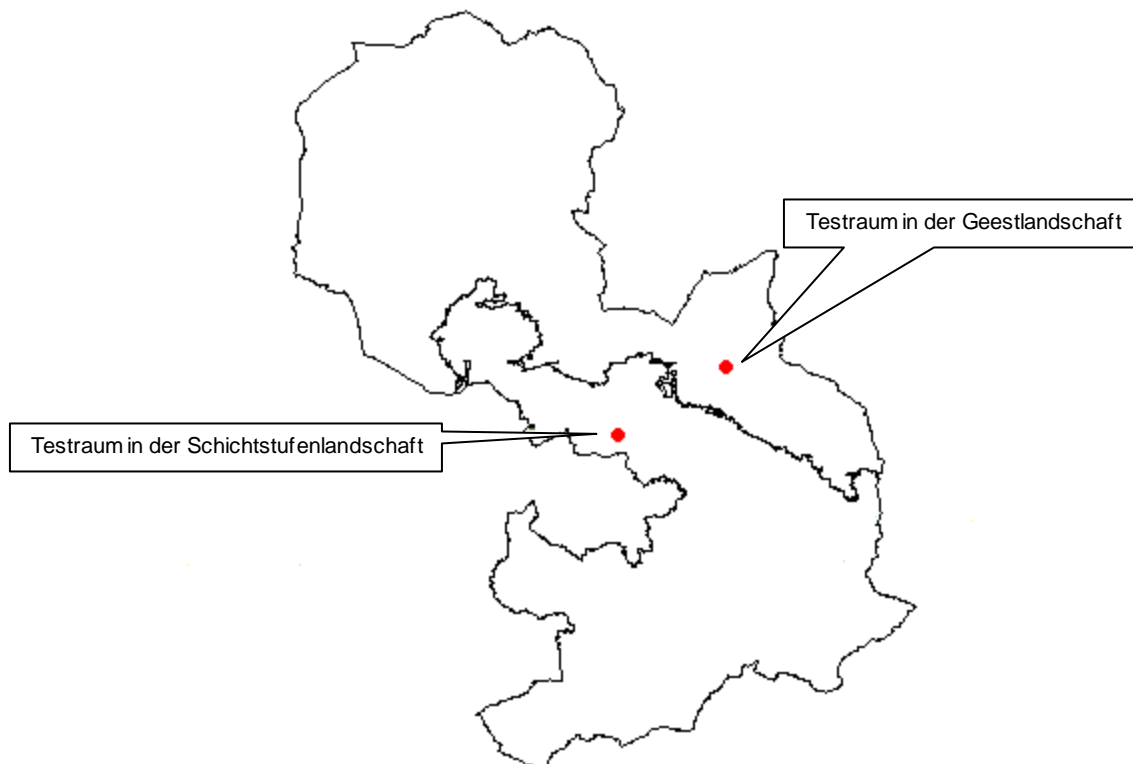
In einem weiteren Verknüpfungsschritt wird aus den drei Einzelwerten jeder Bodeneinheit eine Gesamtwertstufe zur Beschreibung der Filter- und Pufferkapazität gebildet. Die vollständige Methodenbeschreibung ist dem Original-Leitfaden zu entnehmen (siehe Quellenverzeichnis). Das Vorhandensein von Dauervegetation wurde durch eine Vegetationsaufnahme bzw. eine Nutzungskartierung bewertet.

3. Schutzwürdige Böden: Vergleich von Detailkartierung und digitaler Bodenkarte

Die Identifikation von schutzwürdigen Böden für die Landschaftsrahmenplanung erfolgte am Beispiel des Landkreises Osnabrück. Für eine flächendeckende landkreisweite Ausgrenzung der schutzwürdigen Bereiche mit oben dargestellten Methoden wurde die digitale Bodenkarte 1:25.000 (BK25dig) des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (NLFb) als Datengrundlage verwendet. Diese umfasst für den Landkreis Osnabrück 32 Kartenblätter und beinhaltet Punktdaten (Labordatenbank, Profildatenbank) und Informationen zur Bodenverbreitung in einer Flächendatenbank (Inhalte siehe Anhang). Um einen Vergleich zwischen den Auswertungsergebnissen wie sie sich aus den Daten der digitalen BK25 ergeben (für die regionale Planungsebene bedeutsam) und großmaßstäbigen Untersuchungen (für die örtliche Planungsebene bedeutsam) hinsichtlich der Schutzwürdigkeit von Böden zu ermöglichen, wurde je ein typischer Testraum in der Geestlandschaft sowie in der Schichtstufenlandschaft im Osnabrücker Raum ausgewählt. Beide Testräume wurden im Maßstab 1:5.000 und nach der gleichen Methodik wie die Daten der BK25dig bewertet.

3.1 Testraum in der Geestlandschaft

Das Untersuchungsgebiet befindet sich nördlich des Kronensees nahe der Ortschaft Schwagstorf und östlich der Kreisstraße K415 (Schwagstorf-Hunteburg) im Bereich der Dümmer-Geestniederung (siehe Karte 1 und Karte 2). Die Größe der Fläche beträgt 25,7 ha, wovon 10,6 ha (41% der Gesamtfläche) als Wald, 8,1 ha (31,5%) als Grünland und 7,0 ha (27,5%) als Acker genutzt werden.



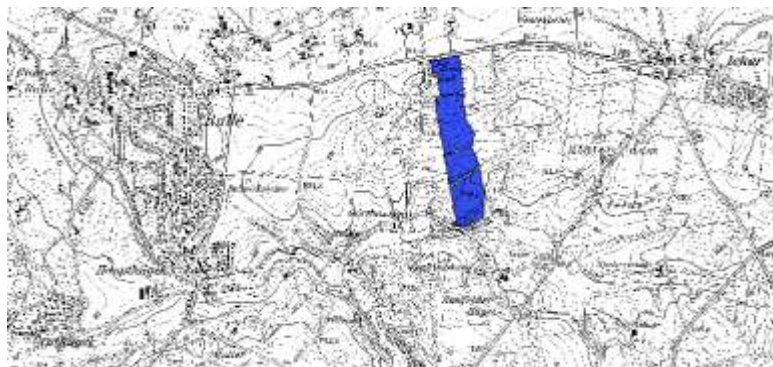
Karte 1: Lage der Testräume im Landkreis Osnabrück (i.M. 1:750.000)



Karte 2: Lage des Testraumes der Dümmer-Geestniederung (i.M. 1:50.000)

3.2 Testraum in der Schichtstufenlandschaft

Das zweite Untersuchungsgebiet befindet sich südlich der Landesstraße L109 zwischen Rulle und Icker im Osnabrücker Hügelland (siehe Karte 1 und Karte 3). Die Gesamtfläche des Testraumes beträgt 20,6 ha. Davon sind 14,9 ha (74,8%) unter Ackernutzung, 5 ha (24,5%) als Wald und 0,7 ha (3,4%) als Grünland genutzt.

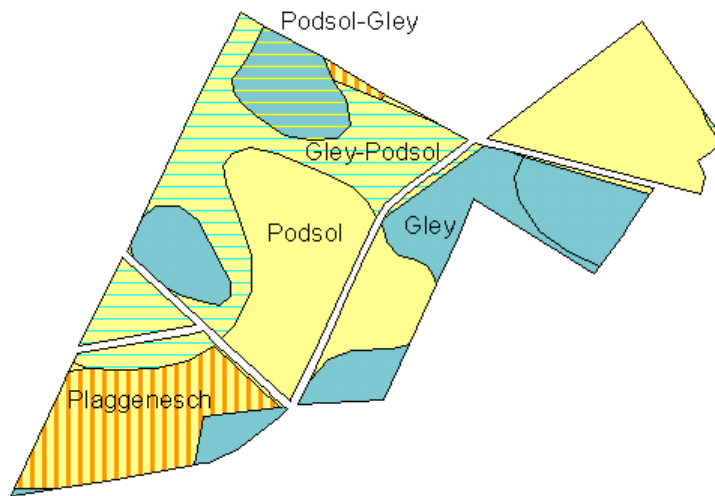


Karte 3: Lage des Testraumes im Osnabrücker Hügelland (i.M. 1:50.000)

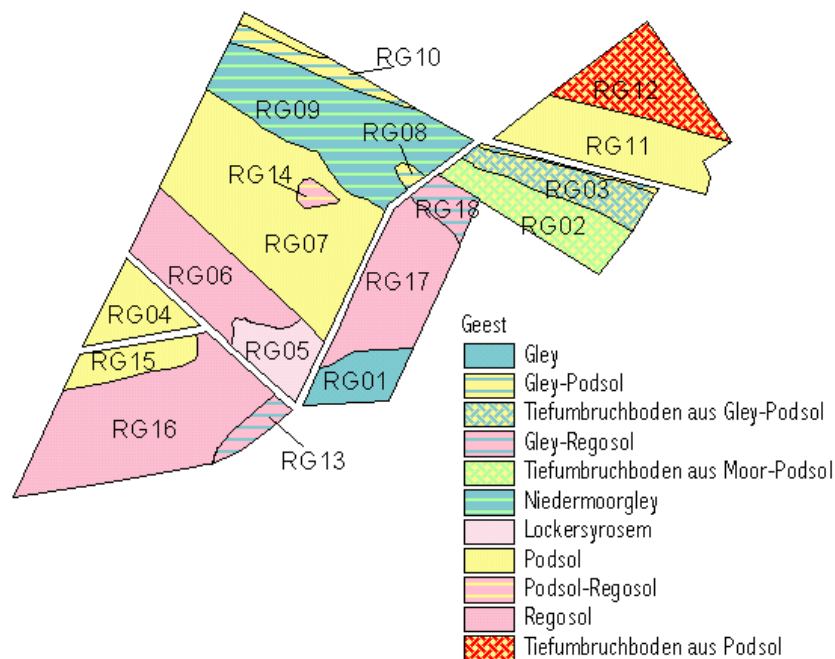
4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Bodenkarten

Karte 4 zeigt die Bodenkarte des Testraumes in der Geest auf der Basis der BK25dig, Karte 5 die Vergesellschaftung der Böden im gleichen Testraum, wie sie aufgrund der Bodenkartierung im Maßstab 1:5.000 aufgenommen wurde. Dargestellt wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nur die bodentypologische Einordnung der Areale.



Karte 4: Testraum Geest: Ausschnitt aus der BK25dig (i.M. 1:10.000)

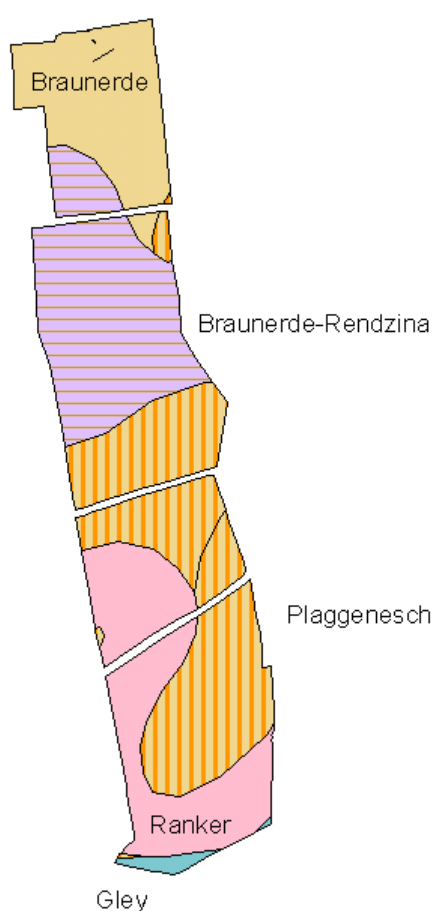


**Karte 5: Testraum Geest: Bodenkarte auf Basis der Detailkartierung (i.M. 1:10.000)
(RG01 – RG18 = Bodenareale Geest)**

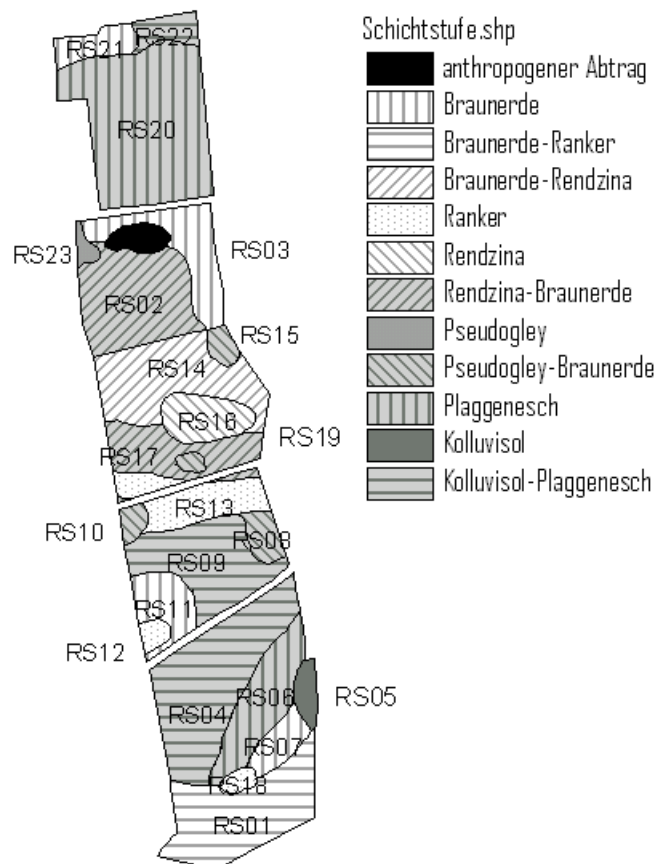
Die BK25dig (Karte 4) zeigt eine typische Bodengesellschaft in der grundwassernahen niederen Geest. Ausgangsmaterialien der Bodenbildung sind im Testraum fluviatile und äolische Sande (Flugsande), aus denen sich in Abhängigkeit von den Grundwasserständen Gleye, Podsole und deren Übergangstypen entwickelten. Karte 5 zeigt ein grundsätzlich ähnliches Bodenmosaik, allerdings mit einigen deutlichen Abweichungen gegenüber Karte 4. So sind RG09 (Gleypodsol) und RG02 (tiefumgebrochener Moorpodsol), wie die Detailkartierung ergab, stärker vernässt als in der BK25dig dokumentiert. Auffällig in Karte 5 sind neben den tiefgepflügten Böden (RG02, RG03, RG11, RG12)

auch die Areale RG05, RG06, RG16 und RG17. Hierbei handelt es sich um tiefgelockerte und z.T. planierte Bodeneinheiten, die als Regosole aus anthropogen umgelagertem natürlichen Substrat angesprochen wurden. RG14 ist eine ehemalige Abgrabungsfläche. Insgesamt zeigt die Detailkartierung wesentlich stärker die massiven nutzungsbedingten Überprägungen durch diverse Meliorationsmaßnahmen (Tieflockern, Planieren der Flugsanddünen, Tiefumbruch, Entwässerungsmaßnahmen) als dies der BK25dig zu entnehmen ist.

Karte 6 zeigt die Bodenkarte des Testraumes im Osnabrücker Hügelland als Ausschnitt aus der BK25dig, Karte 7 die Bodenkarte, die aufgrund der Detailkartierung im Maßstab 1:5.000 erstellt wurde.



Karte 6: Testraum Osnabrücker Hügelland: Ausschnitt aus der BK25dig (i.M. 1:10.000)



Karte 7: Testraum Osnabrücker Hügelland: Bodenkarte auf Basis der Detailkartierung (i.M. 1:10.000) (RS01 - RS23 = Bodenareale Schichtstufe)

Ausgangsmaterialien der Bodenbildung sind in dieser Schichtstufenlandschaft mesozoische Festgesteine aus dem Trias (Buntsandstein, Muschelkalk), stellenweise mit einer Überdeckung durch saalezeitliche Sedimente (Geschiebesand). Örtlich sind Plaggenauflagen bzw. äolische Beimengungen (Löss) nachweisbar. In den Steillagen bzw. auf Kuppen haben sich folglich flachgründige Ah/C-Böden (Ranker und Rendzinen) mit Übergängen zu Braunerden gebildet, in flacheren Teilen des

Testraumes treten Braunerden und Plaggenesche auf. Die Detailkartierung (Karte 7) löst die Karteneinheiten der BK25dig (Karte 6) stärker auf. So wird etwa die Braunerde-Rendzina aus Karte 6 in Karte 7 durch die Areale RS16 (Rendzina), RS14 (Braunerde-Rendzina) und RS02 bzw. RS17 (Rendzina-Braunerde) genauer dargestellt. Stellenweise tritt kleinräumig Pseudovergleyung (z.B. RS08, RS10) auf. Wie in der Geest sind auch bei diesem Testraum aus der Detailkarte (Karte 7) wesentlich stärker die aktuellen nutzungsbedingten Einflüsse auf die Bodenentwicklung ersichtlich (hier in erster Linie erosive Abtragungsprozesse und die Bildung von Kolluvien infolge der ackerbaulichen Bewirtschaftung der Hänge).

4.2 Auswertungskarten der schutzwürdigen Böden

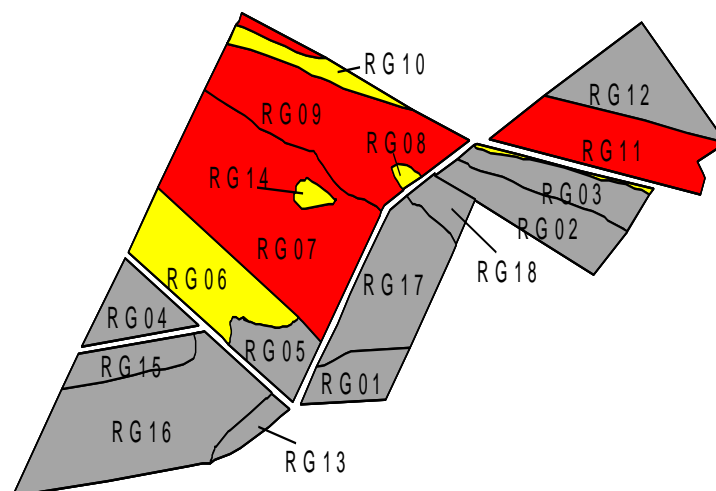
Böden mit besonderen Werten oder Funktionen (schutzwürdige Böden) sind in allen Auswertungskarten rot (schwarz) (Wertstufe WS4 oder Wertstufe WS5) hervorgehoben. Auch die geringeren Grade der Schutzwürdigkeit von Böden sind farblich dargestellt. Die Zuordnung der Farben ist in Tabelle 6 beschrieben.

Tabelle 6: farbliche Darstellung der Wertstufen in den Auswertungskarten und ihre Bedeutung hinsichtlich der Schutzwürdigkeit

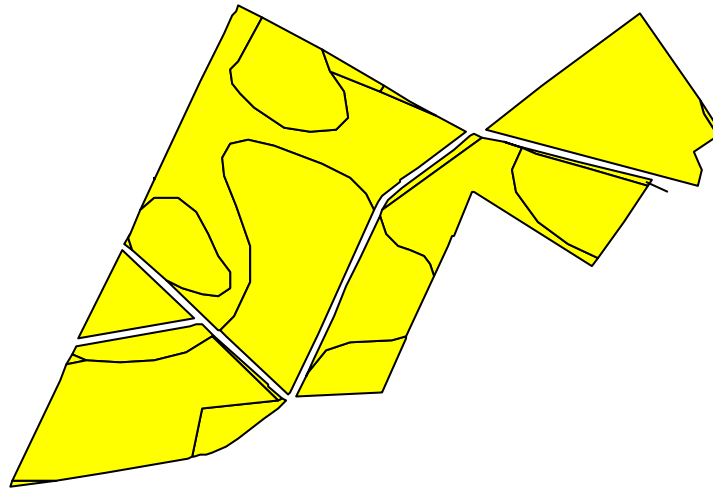
Schutzwürdigkeit	Wertstufe	farbliche Darstellung
hoch oder sehr hoch	WS4 oder WS5	rot (schwarz)
mittel	WS3	gelb (hellgrau)
sehr gering oder gering	WS1 oder WS2	grau (dunkelgrau)
nicht bewertet	nicht bewertet	farblos/weiß

4.2.1 Böden mit besonderen Standorteigenschaften (Extremstandorte)

Die Auswertung im Testraum Geest bezüglich der Extremstandorte mit den Daten der durchgeführten Geländekartierung ist in Auswertungskarte 1 dargestellt. Auswertungskarte 2 informiert im Vergleich dazu über Böden mit besonderen Standorteigenschaften (Extremstandorte) auf Basis der Daten der digitalen Bodenkarte 1:25.000. In Auswertungskarte 1 weisen die Bodeneinheiten RG07, RG09 und RG11 ein hohes Biotopentwicklungspotential (Wertstufe WS4) auf.



Auswertungskarte 1: Böden mit besonderen Standorteigenschaften im Testraum Geest auf Basis der Detailkartierung (i.M. 1:10.000) (RG01 – RG18 = Bodenareale Geest)



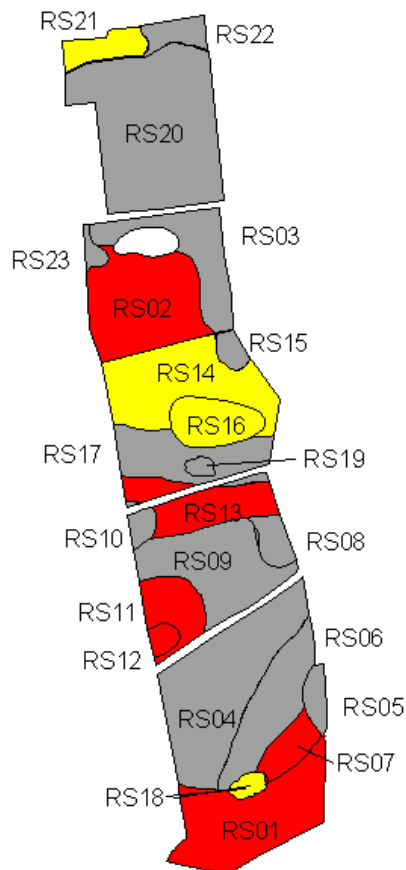
**Auswertungskarte 2: Böden mit besonderen Standorteigenschaften
auf Basis der BK25dig (i.M. 1:10.000)**

RG07 und RG11 sind Eisenhumuspodsole aus Flugsanden, die nur extensiv forstwirtschaftlich genutzt werden (Kiefernforst). Diese Böden sind wegen ihres relativ geringen effektiven Wurzelraumes trocken (BKF2), nährstoffarm und stark sauer (Bodenreaktion $< \text{pH}4$). Beim Areal RG09 handelt es sich um einen Niedermoorogley aus fluviatilen Sanden, der im Gegensatz zu den beiden auf Dünen gelegenen Podsolen wegen seiner großen Nässe (BKF9) bei sonst vergleichbar niedriger Bodenreaktion und Nährstoffversorgung als Extremstandort (WS4) eingestuft wird. Ein mittleres Biotopentwicklungspotential (WS3) kennzeichnet die Einheiten RG06, RG08, RG10 und RG14. Bei der Fläche RG06 handelt es sich um eine durch Tieflockerung und Planieren der Geländeoberfläche anthropogen initiierte Regosol-Bildung (wahrscheinlich aus Podsol oder Gley-Podsol). Ebenso wie der sich auf der Abgrabungsfläche RG14 gebildete Podsol-Regosol wird RG06 wegen der gegenüber den Podsolen höheren Bodenfeuchte (BKF3 – schwach trocken) nicht als Boden mit extremen Standorteigenschaften bewertet. Ähnliches gilt für die Flächen RG08 und RG10, zwei Gley-Podsole aus Flugsand über fluvialem Sand, die über eine noch bessere Wasserversorgung (BKF5 – mittel frisch) verfügen. Die übrigen Kartiereinheiten sind mit den Wertstufen WS2 oder WS1 zu beurteilen; diese Schläge stehen entweder in Acker- oder Grünlandnutzung und wurden durch Maßnahmen der Standortverbesserung (Tieflockern, Tiefpflügen, Kalkung und Entwässerung) für eine landwirtschaftliche Bodennutzung urbar gemacht.

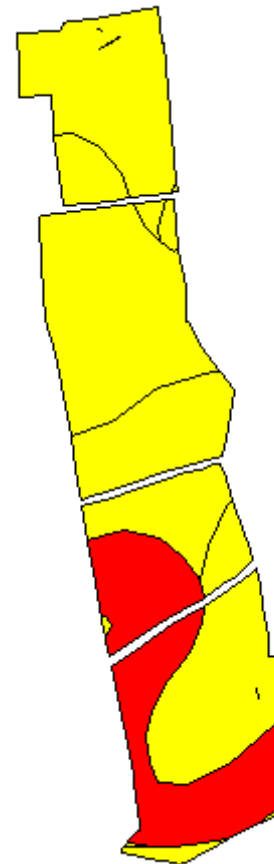
Bei der Gegenüberstellung von Auswertungskarte 1 mit dem entsprechenden Kartenausschnitt aus der landkreisweiten Auswertung zum Biotopentwicklungspotential auf Basis der Daten der digitalen Bodenkarte 1:25.000 (Auswertungskarte 2), wird die differenziertere Aussage hinsichtlich potentieller Extremstandorte deutlich, die sich aus der großmaßstäbigen Geländeaufnahme ableiten lässt. Demgegenüber ordnet Auswertungskarte 2 dem gesamten Testraum die Wertstufe WS3 zu. Dies hat folgende Gründe: Die Bodeneinheiten nach Auswertungskarte 2 weisen im Vergleich zu den Bodeneinheiten nach Auswertungskarte 1 eine nicht so weite Spannbreite der Bodenfeuchteverhältnisse auf und bewegen sich im Bereich einer eher durchschnittlichen Wasserversorgung (von BKF3 – schwach trocken bis BKF8 – mittel feucht). Die Daten aus der Bodenkartierung 1:5.000 ergaben tendenziell

trockenere Bodenwasserverhältnisse im Bereich der Podsole (RG7 und RG11) und feuchtere Verhältnisse im Bereich des Niedermoorgleys (RG09). Das führt in diesen Bereichen zu einer Aufwertung auf Wertstufe WS4 gegenüber den aus der digitalen Bodenkarte 1:25.000 abgeleiteten Biotopentwicklungspotentialen (WS3). Auf die bereits beschriebenen Meliorationsmaßnahmen ist es zurückzuführen, dass den Bodeneinheiten unter landwirtschaftlicher Nutzung (RG01, RG02, RG03, RG04, RG05, RG12, RG13, RG15, RG16, RG17 und RG18 nicht RG06) nach den Untersuchungsergebnissen der Testraumauswertung (Auswertungskarte 1) aktuell nur ein geringes Biotopentwicklungspotential zugeschrieben wird. Dieser Sachverhalt steht entgegen der Auswertung zu den Extremstandorten auf Basis der digitalen Bodenkarte 1:25.000 (Auswertungskarte 2). Die Einflüsse der Meliorationsmaßnahmen auf die Standortverhältnisse sind jedoch als reversibel anzusehen, so dass für die in Auswertungskarte 1 grau dargestellten Flächen ein in der Realität höheres Biotopentwicklungspotential anzunehmen ist. So würde etwa eine Beendigung der nutzungsbedingten Kalkungsmaßnahmen zu einem Absinken der (angehobenen) pH-Werte führen, was nach dem der Bewertung zugrunde gelegten Ökogramm (Tabelle 2) in vielen Fällen wahrscheinlich eine höhere Einstufung hinsichtlich des Biotopentwicklungspotentials ergäbe. Ähnlich wertverbessernd wäre vermutlich eine sich einstellende Wiedervernässung mancher Areale (z.B. RG18 und RG02) nach Aufgabe der Entwässerungsmaßnahmen einzuschätzen.

Die Auswertungskarte 3 zeigt die Auswertung zu den Extremstandorten im Testraum der Schichtstufenlandschaft des Osnabrücker Hügellandes, Auswertungskarte 4 dagegen vergleichsweise die Ergebnisse für das entsprechende Gebiet nach der landkreisweiten Auswertung. Die Bodeneinheiten RS01, RS11 und RS12 werden nach der Bewertung des Testraumes als Extremstandorte eingestuft und finden sich in etwa den gleichen Arealgrenzen auch in der Karte der Landkreisauswertung als Böden mit besonderen Standorteigenschaften (WS4) wieder. Die übrigen Flächen weisen nach der Landkreisauswertung ein mittleres Biotopentwicklungspotential (WS3) auf. Die Testraumbewertung mit den Daten der Geländekartierung hat davon abweichend zusätzlich einige Bereiche mit hohem Biotopentwicklungspotential ergeben. Bei der Einheit RS07 handelt es sich um eine trockene, nährstoffarme Braunerde. Interessant ist Areal RS13, ein flachgründiger Ranker aus verwittertem Buntsandstein, der wahrscheinlich erst durch die langjährige ackerbauliche Nutzung infolge des Pflügens in der heute anzutreffenden Form ausgebildet wurde. Das Profil ist durch den Pflugeinsatz und Erosionsprozesse verkürzt und weist wegen der für den Pflanzenbau ungünstigen Wasser- und Nährstoffversorgung ein hohes Biotopentwicklungspotential (WS4) auf. Ebenfalls sehr flachgründig und nährstoffarm - aber infolge natürlicher Prozesse - ist Bodeneinheit RS02, eine Rendzina-Braunerde aus flachem grusführendem Ton über Kalkstein, die forstwirtschaftlich (Buchenwald) genutzt wird. Auch dieser Boden hat nicht zuletzt wegen seiner Trockenheit (BKF1) ein hohes Biotopentwicklungspotential (WS4).



Auswertungskarte 3: Böden mit besonderen Standorteigenschaften im Testraum Osnabrücker Hügelland auf Basis der Detailkartierung (i.M. 1:10.000) (RS01 – RS23 =Bodenareale Schichtstufe)



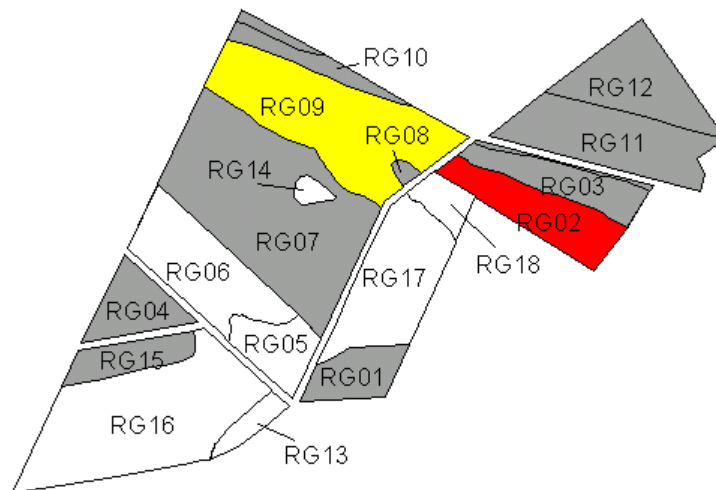
Auswertungskarte 4: Böden mit besonderen Standorteigenschaften auf Basis der BK25dig (i.M. 1:10.000)

Ein mittleres ökologisches Standortpotential weisen die Bodeneinheiten RS14 und RS16 auf. Diese Flächen (Braunerde-Rendzina bzw. Rendzina) finden sich in der Auswertungskarte 4 wieder, wenn auch mit anderen Arealgrenzen. Die übrigen Areale, auf denen flächenmäßig sandige Plaggenesche dominieren (RS04, RS06, RS09, RS20, RS21, RS22), weisen niedrige Wertstufen (hauptsächlich WS1) auf und sind deshalb grau dargestellt. Auf diesen Schlägen haben historische Plaggenwirtschaft und aktuelle Nährstoffzufuhr zu einer Nivellierung der Standortverhältnisse geführt, die günstige Voraussetzungen für das Wachstum von Kulturpflanzen schafft, aber der Entwicklung von besonders angepassten, schutzwürdigen Vegetationsgesellschaften entgegensteht.

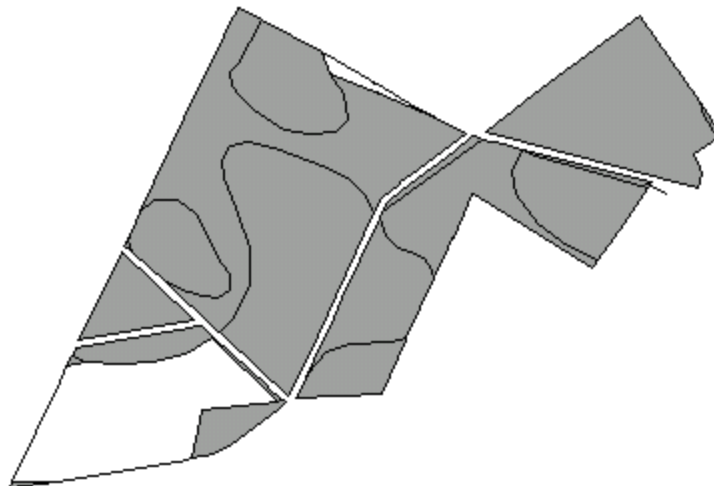
4.2.2 Seltene (natürliche) Böden

Auswertungskarte 5 zeigt die Seltenheit der Böden im Testraum der Geest nach Geländekartierung. Als selten ist RG02 eingestuft, ein (tiefgepflügter) Moorpodsol aus fluviatilen Ablagerungen mit einem Flächenanteil von 0,03% an der Gesamtfläche der Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung. Der Moorgley aus Fluvisand (RG09) wird mit einem Anteil von 0,31% am Naturraum als mäßig selten (WS3) eingestuft. Die übrigen Areale (Podsol, Gley und Gley-Podsol) liegen

alle über 1% Flächenanteil und sind somit in der Geest nicht selten. Nicht bewertet werden die tiefgelockerten, tiefgewühlten und planierten Areale RG05, RG06, RG13, RG16, RG17 und RG18, weil ihre ursprüngliche bodensystematische Einordnung nicht mehr zweifelsfrei rekonstruiert werden kann. Der entsprechende Kartenausschnitt aus der BK25dig zur Auswertung zur Seltenheit ist in Auswertungskarte 6 dargestellt.



Auswertungskarte 5: Seltene Böden (natürliche Böden) im Testraum Geest auf Basis der Detailkartierung (i.M. 1:10.000) (RG01 – RG18 = Bodenareale Geest)

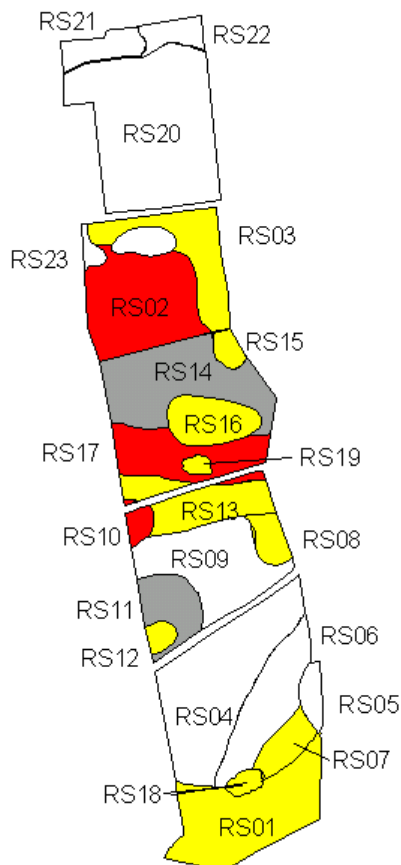


Auswertungskarte 6: Seltene Böden (natürliche Böden) auf Basis der BK25dig (i.M. 1:10.000)

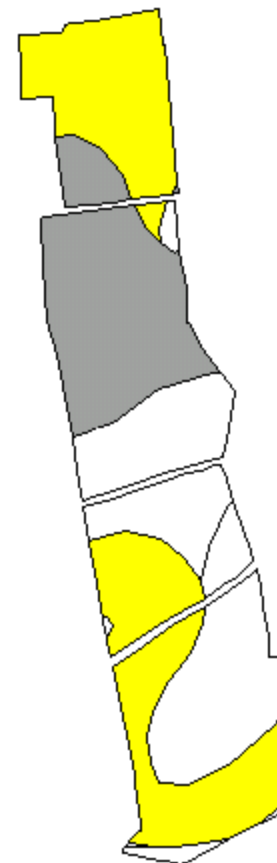
Da nach der digitalen Bodenkarte 1:25.000 nur Podsole und Gleye aus fluviatilen Sanden sowie deren Übergangstypen im Testraum auftreten, sind nach dieser Karte keine seltenen Böden festzustellen. Die weißen Flächen sind nicht bewertet, weil es sich nach der digitalen Bodenkarte 1:25.000 bei die-

sen Einheiten um Plaggenesche unterlagert von Podsolen handelt. Dies wurde durch die Bodenkartierung und eine Eigentümerbefragung nicht bestätigt.

Auswertungskarte 7 stellt die Seltenheit der natürlichen Böden im Testraum in der Schichtstufenlandschaft dar. Als besonders selten werden die Karteneinheiten RS02 und RS17 (Rendzina-Braunerde aus grusführendem Ton über Kalkstein) mit einem Flächenanteil von 0,08 % an der naturräumlichen Haupteinheit sowie RS10 (Pseudogley-Braunerde aus Moränensand über tiefem Schluffstein) eingestuft. Unter den mit Wertstufe WS3 bewerteten Böden dominieren bodentypologisch die Ranker (RS01, RS12, RS13 und RS18).



Auswertungskarte 7: Seltene Böden (natürliche Böden) im Testraum Osnabrücker Hügelland auf Basis der Detailkartierung (i.M. 1:10.000) (RS01 – RS23 = Bodenareale Schichtstufe)



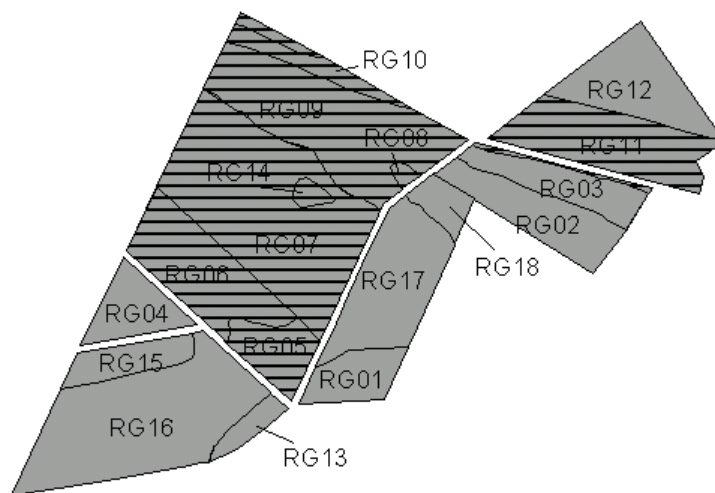
Auswertungskarte 8: Seltene Böden (natürliche Böden) auf Basis der BK25dig (i.M. 1:10.000)

Bei den nicht bewerteten weißen Flächen handelt es sich um Plaggenesche, die gesondert ausgewertet werden (Böden mit kulturhistorischer Bedeutung). Der Vergleich von Auswertungskarte 7 mit der landkreisweiten Auswertung (Auswertungskarte 8) zeigt, dass sich nach der Auswertung mit den Daten der digitalen Bodenkarte 1:25.000 eine grundsätzlich ähnliche, aber in Detailfragen doch abweichende Beurteilung der Seltenheit ergibt, welche stark durch den geringer auflösenden Maßstab verursacht wird. So erscheinen etwa die in Auswertungskarte 7 mit WS5 bzw. WS3 bewerteten Bo-

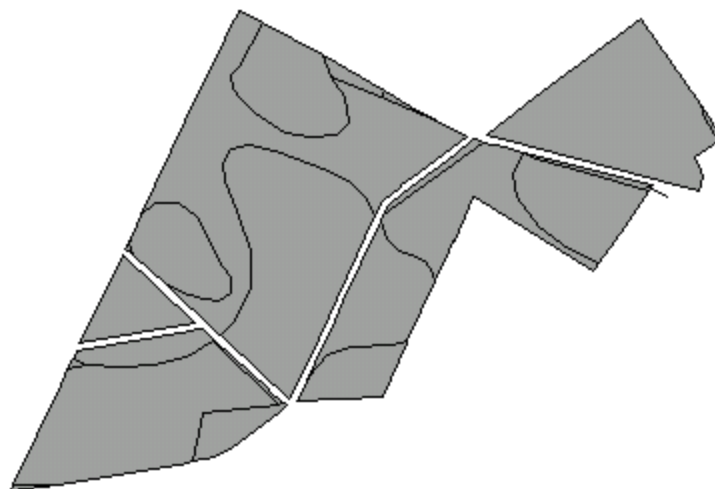
denareale RS02, RS16 und RS17 (Rendzina-Braunerde bzw. Rendzina) in Auswertungskarte 8 nicht, sondern bilden dort mit der vorliegenden Braunerde-Rendzina (RS14 in Auswertungskarte 7) eine Karteneinheit.

4.2.3 Bereiche hoher Gebietsretention von Stoffen mit Dauervegetation

Auswertungskarte 9 stellt die Testraumauswertung der Geest mit den Daten der Detailkartierung dar (Flächen mit Dauervegetation durch Schraffur gekennzeichnet). Die Bodeneinheiten weisen aufgrund der carbonatfreien, die Versauerung begünstigenden Ausgangsgesteine der Bodenbildung (äolische bzw. fluviatile Feinsande) ausschließlich ein geringes Retentionsvermögen für Stoffe auf. Dieses Ergebnis wurde auch mit der Auswertung der BK25dig (siehe Auswertungskarte 10) erzielt.

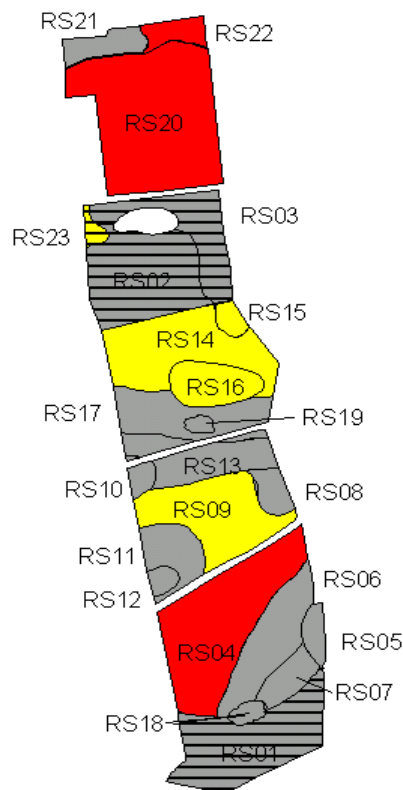


Auswertungskarte 9: Bereiche hoher Gebietsretention von Stoffen mit Dauervegetation im Testraum Geest auf Basis der Detailkartierung (i.M. 1:10.000)
(RG01 – RG18 = Bodenareale Geest)

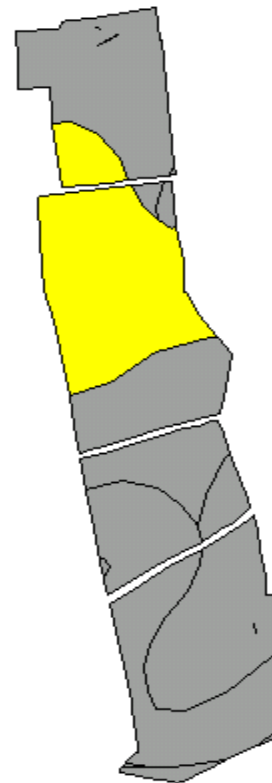


Auswertungskarte 10: Bereiche hoher Gebietsretention von Stoffen mit Dauervegetation auf Basis der BK25dig (i.M. 1:10.000)

Die Ergebnisse der Auswertungen zum Puffervermögen der Böden im Testraum der Schichtstufenlandschaft sind in Auswertungskarte 11 abgebildet.



Auswertungskarte 11: Bereiche hoher Gebietsretention von Stoffen mit Dauervegetation im Testraum Osnabrücker Hügelland auf Basis der Detailkartierung (i.M. 1:10.000) (RS01 – RS23 = Bodenareale Schichtstufe)



Auswertungskarte 12: Bereiche hoher Gebietsretention von Stoffen mit Dauervegetation auf Basis der BK25dig (i.M. 1:10.000)

Dieser Testraum verfügt insgesamt über ein höheres Stoffretentionspotential als der Testraum in der Geest. Vor allem die tiefgründig humosen Plaggene-sche (RS04, RS09, RS20 und RS22), aber auch die carbonat- und tonreichen Bodenareale der Kalksteinverwitterungsböden (RS14 und RS16) besitzen eine hohe oder mittlere Filter- und Pufferfunktion. Wird vergleichsweise der Ausschnitt aus der BK25dig (Auswertungskarte 12) betrachtet, können auch in dieser Karte die mit Wertstufe WS3 eingestufte Braunerde-Rendzina (RS14) und die Rendzina (RS16) erkannt werden. Die übrigen als mittel oder hoch eingestuften Areale aus Auswertungskarte 11 (RS04, RS09, RS20 und RS22) werden dagegen nach der Datenbasis der digitalen Bodenkarte 1:25.000 als für die Stoffretention unbedeutend bewertet.

Ausschlaggebend für die nach digitaler Bodenkarte 1:25.000 geringer einzustufende Sorptions- und Transformationsleistung dieser Bereiche sind der Berechnung zugrunde gelegte niedrigere Tongehalte und pH-Werte, die in ihrem Zusammenwirken ein deutlich schwächeres Puffervermögen verursachen.

5. Fazit

Die gezeigten Beispiele dokumentieren, dass es teilweise Übereinstimmungen bei den Auswertungsergebnissen zur Schutzwürdigkeit auf der Basis der beiden unterschiedlichen Datengrundlagen (digitale Bodenkarte 1:25.000 und Detailkartierung 1:5.000) gibt. Häufig treten jedoch auch abweichende Resultate bei der Bewertung einzelner Bodenareale auf.

Die Klärung dieses Sachverhaltes ist insofern wichtig, weil die differierenden Ergebnisse zunächst widersprüchlich erscheinen. Da in beiden Fällen die gleichen Auswertungsmethoden zum Einsatz kamen, können die z.T. sehr verschiedenen Bewertungen der Schutzwürdigkeit der Böden in den Testräumen nur durch die Verwendung der unterschiedlichen Eingangsdaten in die Methoden erklärt werden. Folgende Faktoren sind zum Verständnis der in dieser Arbeit besprochenen Unterschiede zwischen den Auswertungsergebnissen der Detailkartierung und der digitalen Bodenkarte zu berücksichtigen:

- 1) Maßstab: aus den unterschiedlichen Maßstäben resultierten die von einander abweichenden Arealgrenzen beider Kartengrundlagen; die großmaßstäbige Kartierung erlaubte naturgemäß eine höhere räumliche Auflösung. Im Zuge einer Detailkartierung war bei der Bezeichnung der Kartiereinheiten eine bodensystematische Einordnung auf niedriger systematischer Ebene (Varietät, Subvarietät) möglich.
- 2) Zeitpunkt der Bodenaufnahme: die Detailkartierung ist häufig (weil anlassbezogen) jünger als die kleinmaßstäbige bzw. mittelmaßstäbige Bodenkarte. Dies war auch bei den hier untersuchten Testräumen der Fall. Deswegen konnten in die Auswertungen auf Basis der Detailkartierung wesentlich stärker die aktuellen Einflüsse auf die Bodenentwicklung einfließen, wie sie sich durch Nutzungen und sonstige anthropogene Maßnahmen ergaben.
- 3) Methodik: obwohl bei den vorgestellten Beispielen grundsätzlich die gleichen Methoden zur Bewertung der Schutzwürdigkeit herangezogen wurden, wurden die eingehenden Erfassungsparameter (Eingangsdaten) in einigen Fällen unterschiedlich ermittelt (Beispiel Bodenreaktion: der pH-Wert der Bodenlösung wurde bei der Detailkartierung gemessen, bei der BK25dig aus anderen Bodenparametern abgeleitet (geschätzt)).
- 4) Aufnehmende Person: da bei der Bodenansprache nach Kartieranleitung oft einfache Feldmethoden (Schätzverfahren) Anwendung finden, sind Abweichungen bei derart ermittelten Daten möglich. Beispiel: Ansprache der Bodenart mit der Fingerprobe.

Die besprochenen Auswertungen zur Identifikation schutzwürdiger Böden und die am Beispiel der Testräume durchgeführten Vergleiche belegen, dass Bodenbewertungen, sollen sie für die örtliche Ebene Gültigkeit (Beispiel Landschaftsplan) haben, nicht zweifelsfrei aus Daten für regionale Anwendungen (Maßstab 1:25.000 bis 1:50.000) abgeleitet werden können. Mit der Vergrößerung des Maßstabes geht eine Zunahme der Treffsicherheit der Bewertungen bei gleichzeitig stark steigendem Erfassungsaufwand einher. Während für regionale Aussagen (wie z.B. hier für die Landschaftsrahmenplanung) aggregierte Datengrundlagen und stärker abstrahierende Bodenbeschreibungen (BK25dig) ausreichen, sind für konkrete lokale Planungen unbedingt aktuelle und parzellenscharfe Bodenaufnahmen (Detailkartierungen) erforderlich. Nur mit derartig präzisen Datengrundlagen sind gesicherte Bodenbewertungen möglich.

6. Danksagung

Die Autoren danken dem Organisationsteam des Diskussionsforums Bodenwissenschaften, insbesondere Herrn Prof. Dr. R. Anlauf und Herrn Dr. H.-G. Schön, für die Einladung zur Tagung.

7. Quellenverzeichnis

- Blossey, S.; Lehle, M.: Eckpunkte zur Bewertung von natürlichen Bodenfunktionen in Planungs- und Zulassungsverfahren. Bodenschutz Heft 4/98, S.131-137, 1998.
- Brahms, M.; von Haaren, C.; Janßen, U.: Ansatz zur Ermittlung der Schutzwürdigkeit der Böden im Hinblick auf das Biotopentwicklungspotential. Landschaft + Stadt 21, (3), S.110-114, 1989.
- Bundesverband Boden e.V. (BVB) (Hrsg.): Bodenschutz in der Bauleitplanung – Vorsorgeorientierte Bewertung. Berlin 2001.
- von Held, G.; Mueller, V. (2001): Die EDV-gestützte Ausgrenzung potentiell besonders schutzwürdiger Böden im Landkreis Osnabrück auf Basis der digitalen Bodenkarte 1:25.000 – ein bodenkundlicher Fachbeitrag für die regionale Landschaftsplanung. Diplomarbeit im Studiengang Bodenwissenschaften an der Fachhochschule Osnabrück. Osnabrück.
- Lehle, M.; Bley, J.; Mayer, E.; et al. (1995): Bewertungen von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit. Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.).
- Müller, U.; Dahmann, I.; Bierhals, E.; et al. (2000): Bodenschutz in Raumordnung und Landschaftsplanung. Arbeitshefte Boden, Heft 2000/4, Hannover.
- Müller, U. (1997): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). NLFb (Hrsg.) Hannover.

8. Anhang

8.1 Inhalte der digitalen Bodenkarte 1:25.000

Tabelle 7: Inhalte der Dateien der digitalen Bodenkarte 1:25.000

PAT	
Area	Fläche
Perimeter	Umfang
BKxxxxx	interne Nummer
BKxxxxx_I	Polygonnummer
BK25_fla	
Fl_Nr	eindeutige Flächennummer
Rechts	Rechtswert
Hoch	Hochwert
NrKart	Nummer der Kartiereinheit
NrKart_Lok	Nummer der Blattspezifischen Kartiereinheit (veraltet)
TK25	Nummer der TK25
Update	Datum der letzten Änderung
Area	Flächengröße des Polygon
BK25_leg	
NrKart	Nummer der Kartiereinheit
NrKart_Lok	Nummer der Blattspezifischen Kartiereinheit (veraltet)
Nrbegl	laufende Nummer des Profils in der Fläche
Pronum	Profilnummer in der Profildatenbank
Flanteil	Flächenanteil
Verform	Verteilungsform ¹
Verart	Verteilungsart ¹
Rlform	Reliefform ¹
Neig	Neigung in Stufen (0-6)

TK25	Nummer der TK25
BL_Nr	Bodenlandschaftsnummer
Sfeuch	bodenkundliche Feuchtestufe
Up_Date	Datum der letzten Änderung
BK_Profi	
Pronum	Profilnummer in der Profildatenbank
BL_Nr	Bodenlandschaftsnummer
Orient	Neigungsrichtung der Geländeoberfläche
Kultur	Kulturart, Nutzung
MHGW	mittlerer Grundwasserhochstand
MNGW	mittlerer Grundwasserniedrigstand
Vernas	Vernässungsgrad in Stufen
RMHGW	reliktscher mittlerer Grundwasserhochstand ¹
RMNGW	reliktscher mittlerer Grundwasserniedrigstand ¹
HuForm	Humusform ¹
Botyp	Bodentyp der BK25
Psonst	sonstiges zum Profil
Boatyp	bodenartlicher Profiltyp
Geotyp	geologischer Profiltyp
Up_Date	Datum der letzten Änderung
Anmerk	Anmerkungen
Botyp50	Bodentyp der BÜK50
Test_Fehler	Anzahl der Fehler beim letzten Test
Test_Datum	Datum des letzten Testes
BL	Nummer der Bodenlandschaft
Botyp500	Bodentyp nach BK500
BK_Horiz = BK25_hor	
Pronum	Profilnummer
Hor_Nr	Horizontnummer
Otief	Horizontobergrenze
Utief	Horizontuntergrenze
Tiefber	Tiefenbereich, Schwankungsbereich von UTIEF
Horiz	Horizontbezeichnung
HNBod	Haupt-Nebenbodenart
Skel	Sklettanteil
Bodson	sonstiges zur Bodenart
Zer	Zersetzungsstufe bei Torfen
Strat	Stratigraphie
Geoge	Geogenese
Farbe	Farbe des Horizontes ¹
Humus	Humusgehalt in Stufen
Kalk	Carbonatgehalt in Stufen
LD	Lagerungsdichte in Stufen
Hsonst	Sonstiges zum Horizont
CBNr	Probennummer im Labor ¹
Herkunft	Zusammensetzung und Herkunft ¹
PH	pH-Wert ¹
Text_Bot = BK25Tbot	
Botyp	Bodentyp
Botyp_Text	Bodentyp in Textform
Botyp50_TE	Bodentyp nach BÜK50
Text_Boa = BK25Tboa	
Boatyp	bodenartlicher Profiltyp
Boatyp_Text	bodenartlicher Profiltyp in Textform
Item001	Verlängerung zu Boatyp_Text
Text_Geo = BK25Tgeo	
Geotyp	geologischer Profiltyp
Geotyp_Text	geologischer Profiltyp in Textform
Item001	Verlängerung zu Geotyp_Text

Nach NIEDERSÄCHISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG 1999 (verändert).

¹Datenfeld ist in der Datenbank nicht belegt

Fachbereich
Agrarwissenschaften

Vom Bohrstock
zum
Bildschirm

Beiträge
Diskussionsforum
Bodenwissenschaften

Osnabrück
25. Oktober 2001